15. JULI 1927 HEFT 29

FUNK BASTLER

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Untersuchungen über den Richtfunk

Das Wesen des Richtfunks. — Versuche des Telegraphentechnischen Reichsamtes. — Die Mithilfe der Funkfreunde.

Von

Prof. Dr. F. Kiebitz,

Abteilungsdirigent im Telegraphentechnischen Reichsamt.

Erfahrungsgemäß ist der funktelegraphische Empfang Schwankungen unterworfen. Bald hört man einen Sender laut, bald leise; nicht selten hört man vorübergehend einen Rundfunksender aus überraschend großer Ferne. Solche Schwankungen des Empfangs sind seit Beginn der drahtlosen Telegraphie beobachtet worden; auch hat man von jeher ihren Ursachen nachgeforscht und gefunden, daß das Sonnenlicht und die Beschaffenheit der Erdoberfläche die Reichweiten beeinflussen.

Heute wendet man diesen Schwankungen ein besonderes Interesse zu, weil man neben den kilometerlangen Wellen mit Vorliebe kürzere Wellen verwendet; diese sind den Schwankungen in besonders hohem Maße unterworfen, wohl weil sie schon durch kleine Hindernisse in der Ausbreitung gestört werden.

Für einen zweckmäßigen Einsatz von Sendern und Empfängern ist aber eine genaue Kenntnis der Wellenausbreitung nötig, d. h. eine Erforschung der Stärke der ankommenden Wellen in ihrer Abhängigkeit von der Entfernung vom Sender und von der Beschaffenheit des Zwischengeländes; wir müssen z. B. wissen, ob Wälder, Flußläufe, Gebäude oder Berge die Wellen in ihrer Ausbreitung hindern oder nicht.

Die Stärke der ankommenden Wellen kann man nicht unmittelbar messen; nur mittelbar kann man sie berechnen, wenn es gelingt, die Stärke der empfangenden Ströme zu messen. Solche Messungen sind schwierig, weil die Empfangsströme sehr klein sind. Doch ist es wiederholt gelungen, im Umkreis um einen Sender die empfangenen Ströme zu messen und auf diese Weise Unregelmäßigkeiten der Wellenausbreitung festzustellen.

Wegen der erwähnten Schwierigkeit derartiger Messungen haben wir nun ein Verfahren vorbereitet, um zu demselben Ziele zu gelangen, ein Verfahren, bei dem keine Messungen im Empfänger erforderlich sind, sondern nur bestimmte Zeichen beobachtet werden müssen, die jeder Rundfunkteilnehmer erkennen kann. Dieses Verfahren benutzt gerichtete drahtlose Telegraphie oder in der heutigen Ausdrucksweise „Richtfunk"; ich habe dieses Verfahren, wenn auch für andere Zwecke, während des Krieges ausgearbeitet, und die hier beschriebenen Einrichtungen stammen im wesentlichen aus jener Zeit.

Jeder Sender erzeugt eine gerichtete Strahlung, insofern, als er die stärksten Wellen an der Erdoberfläche bildet, in der Richtung senkrecht nach oben aber ein Minimum der Strahlung aufweist. Diese Richtungsunterschiede haben indessen keine praktische Bedeutung, weil sich die Empfangsstationen immer in der Nähe der Erde befinden. Wir verstehen unter Richtfunk einen Betrieb, bei dem die Wellenausstrahlung in den verschiedenen Himmelsrichtungen verschieden ist. Auch Empfangseinrichtungen, die aus den verschiedenen Himmelsrichtungen verschieden stark erregt werden, gehören dem Richtfunk an.

Das älteste Mittel, das man zum gerichteten Senden und Empfangen benutzt hat, war die Schleifenantenne, eine große Drahtschleife mit senkrechter Windungsfläche; sie stellte eine Nachbildung des bekannten Hertzschen Resonators in großem Maßstabe dar. Aus ihr ist die Rahmenantenne hervorgegangen, die heute viel benutzt wird, wo die Verstärkertechnik so weit vervollkommnet ist, daß wir die winzigen Empfangswirkungen dieses kleinen Gebildes bis zur Hörbarkeit verstärken können.

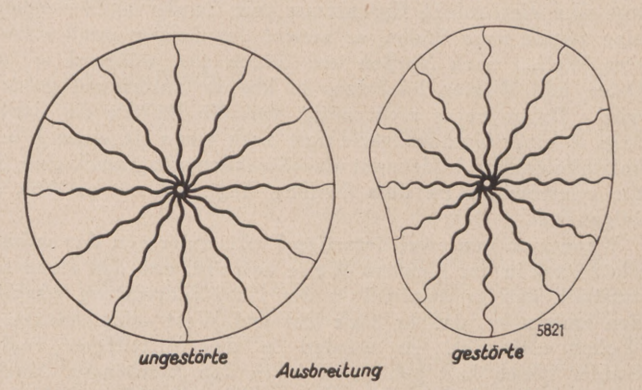


Abb. 1. Strahlungsdiagramme der einfachen Antenne.

Von Schleifenantennen wird bei dem hier beschriebenen Sender kein Gebrauch gemacht, sondern von Antennenpaaren oder -zwillingen. Um ihre Wirkung zu beschreiben, erinnern wir uns zunächst der Strahlung eines einfachen Luftleiters, etwa einer Schirmantenne, die mit einer Erdleitung in ihrer Grundschwingung erregt wird: die Wellen breiten sich hier nach allen Himmelsrichtungen gleichmäßig aus; mit wachsender Entfernung werden sie immer schwächer, aber in allen Orten, die vom Sender gleich weit entfernt sind, haben sie die gleiche Stärke; diese Orte liegen auf einem Kreis. Der Kreis kennzeichnet also die Strahlung des einfachen Luftleiters, und man sagt: Das Strahlungsdiagramm eines einfachen Luftleiters ist ein Kreis mit dem Sender als Mittelpunkt (Abb. 1 links).

Dies gilt, wenn die Ausbreitung nach allen Himmelsrichtungen ungestört vor sich geht. Hindernisse verursachen eine Verlangsamung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und damit eine Verkleinerung der Wellenlänge, zugleich wird die Welle geschwächt, und es kommt eine Verzerrung des Strahlungsdiagrammes zustande, wie sie in Abb. 1 rechts dargestellt ist.

Wenn man im Sender nicht einen Luftleiter in Verbindung mit einer Erdleitung benutzt, sondern statt der Erdleitung einen zweiten, gleichgebauten Luftleiter anschaltet — wenn man also ein Paar von Antennen benutzt, einen sogenannten Antennenzwilling —, so erhält man ein anderes Strahlungsdiagramm; der Antennenzwilling strahlt nämlich

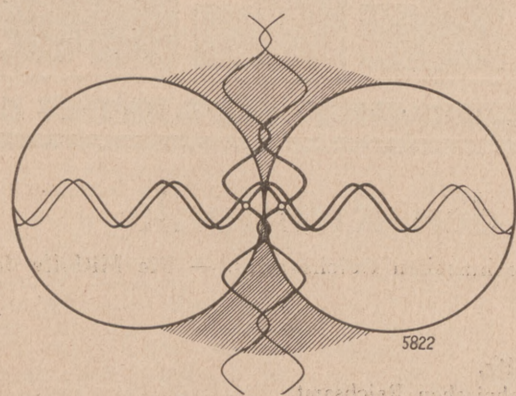


Abb. 2. Antennenzwilling.

am stärksten in der Richtung, in der seine Hälften hintereinander gesehen werden, während er seitlich, also in der Richtung, aus der seine Hälften nebeneinander erscheinen, überhaupt keine Wellen entsendet. Das Strahlungsdiagramm des Zwillings besteht aus zwei Kreisen (Abb. 2), die eine 8 bilden.

Als Luftleiter verwendet man für solche Zwecke am bequemsten einfache Drähte, die ebenso wie Telegraphenleitungen in einiger Höhe über der Erde gespannt sind. Verlegt man eine solche Erdantenne vom Sender nach Norden, eine zweite nach Süden, so sendet der Sender seine stärksten Wellen nach Norden und Süden aus, während er im Osten und Westen höchstens in kleiner Entfernung gehört wird. Dabei ist es nicht nötig, daß die Hälften des Zwillings in einer Geraden verlaufen; auch wenn sie einen Winkel miteinander bilden, ist das Strahlungsdiagramm eine 8, die symmetrisch zu dem Zwilling liegt, so wie es Abb. 3 zeigen soll.

Wenn man nun zwei derartige Richtsender von demselben Platze aus in der gleichen Weise betreibt, und den einen so aufstellt, daß er maximal in der Nord-Südrichtung strahlt, den andern so, daß er nach Ost und West seine stärksten Wellen entsendet, so werden in den Mittellagen beide Sender gleich laut gehört, d. h. in den Richtungen Nord-Ost, Süd-Ost, Süd-West und Nord-West. Dieser Gedanke liegt dem Kursweiser zugrunde, der im Jahre 1907 Herrn

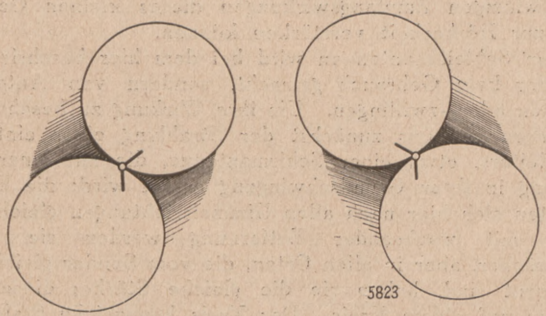


Abb. 3. Schräge Antennenzwillinge.

O. Scheller patentiert worden ist. Er ist jedoch lange Zeit nicht verwirklicht worden, bis es mir 1917 gelang (ohne jenes Patent zu kennen) ihn praktisch brauchbar zu machen. Einen Richtsender dieser Art hat jetzt das Telegraphentechnische Reichsamt für die Beobachtung der Rundfunkempfänger auf einem freien Platze in Moabit aufgestellt.

Die Wirkung des erwähnten Antennendrillings ist die folgende: Wir denken uns die beiden Zwillinge der Abb. 3 auf demselben Platze aufgestellt; dann fallen die nach unten gezeichneten Luftleiter zusammen, und man bekommt den in Abb. 4 gezeichneten Drilling, also einen Stern von drei gleichen Luftleitern. Ein solcher Stern ist in Moabit aufgestellt worden; er besteht aus drei 85 m langen Bronzedrähten, die zwischen 15 m hohen Masten wagerecht aus-

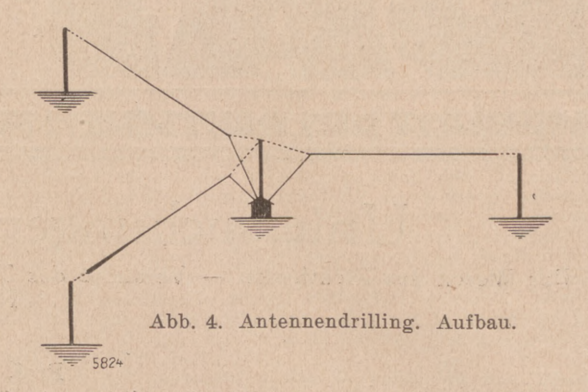


Abb. 4. Antennendrilling. Aufbau.

gespannt sind, wie es Abb. 4 zeigt; die drei einzelnen Antennen dieses Drillings bilden dabei gleiche Winkel von 120 Grad.

Die Ausbreitungsfigur dieses Drillings erhalten wir, wenn wir die beiden Bilder 3 überlagern, wie es in Abb. 5 geschehen ist. Die drei Luftleiter sind darin durch die Bezeichnungen „an", „a" und „n" unterschieden.

Benutzt man nun die beiden Antennen „an" und „a" — Zwilling „(an,a)" —, um das Morsezeichen „A" (Punkt Strich) zu senden, so wird man das Zeichen „A" entsprechend dem 8förmigen Strahlungsdiagramm des Zwillings in den schraffiert gezeichneten Räumen „A = 0" nicht hören. Wenn man auf dem Zwilling „(an,n)" einen anderen Buchstaben sendet, z. B. das Morsezeichen „N" (Strich Punkt), so wird dieses „N" in den schraffierten Räumen „N = 0" nicht gehört. Und in den Zwischenlagen „A = N" hört man beide Zeichen gleich laut, vorausgesetzt, daß die Wellenausbreitung ungestört erfolgt.

Das Verfahren der *zusammenlaufenden Morsezeichen* besteht nun in folgendem: Man läßt den Sender, der den Drilling erregt, dauernd laufen, und ein Umschaltwerk legt wahlweise den Zwilling „(an,a)" und den Zwilling „(an,n)" an, d. h. der Luftleiter „an" bleibt dauernd angeschlossen (an die mit Erde bezeichnete Senderklemme),

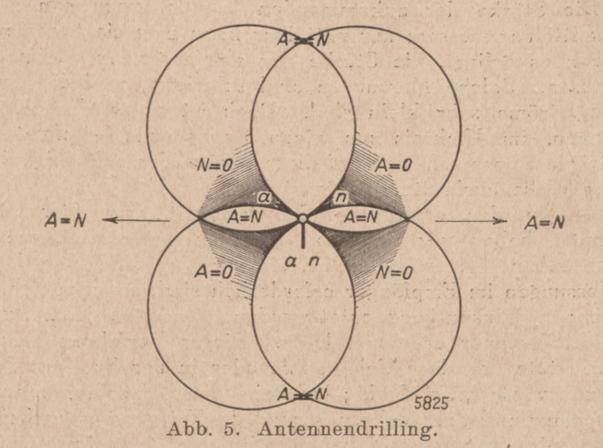


Abb. 5. Antennendrilling.

während die Klemme „Antenne" über das Umschaltwerk wahlweise an die Luftleiter a und n gelegt wird; und zwar wählt man den Umschalterhythmus so, daß auf a das Morsezeichen A (kurz lang) in dauernder Folge erscheint; dann erscheinen auf n die Lücken (lang kurz), und diese stellen das Morsezeichen „N" dar.

In der Richtung der „an"- oder Strichantenne hört man beide Zeichen gleich laut, ebenso in der dazu senkrechten

Richtung. Das eine Zeichen ist das Negativ des andern, darum verlaufen sie für diese beiden Richtungen zu einem Dauerton oder Strich.

Auf diese Weise kommt im ganzen die Ausbreitungsfigur zustande, die in Abb. 6 dargestellt ist: Alle Empfänger, die in der Richtung der Strichantenne liegen oder in der dazu

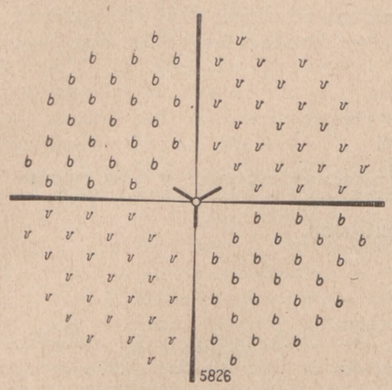


Abb. 6. Strahlungsbild eines Antennendrillings.

senkrechten, hören einen Dauerton oder Strich; diese beiden Richtungen bilden ein Kreuz, das die ganze Gegend in vier Quadranten teilt, und in diesen Quadranten erscheint abwechselnd das eine Zeichen oder das andere, so wie es die Abb. 6 erkennen läßt; dabei ist angenommen, daß das Umschaltwerk nicht die Zeichen „A" und „N" tastet, sondern „B" und „V" (lang kurz kurz kurz bzw. kurz kurz kurz lang), von denen auch das eine das Negativ des andern ist.

Bewegt man sich im Kreise um einen solchen Sender herum, während er nur „A" tastet, so hört man beispielsweise das „A" erst laut, dann verschwindet es, und schließlich wird es wieder laut. — Dies soll die Abb. 7 (1) zur Anschauung bringen. Wenn dagegen die „N"-Antenne arbeitet, so wird in einer anderen Richtung das „N" laut gehört und verschwindet in der dazu senkrechten, etwa so wie es Abb. 7 (2) zeigt. Und wenn beide Antennen zugleich arbeiten (vgl. Abb. 7 [3]), so erscheint in den Richtungen, in denen das eine Zeichen unhörbar ist, das andere völlig klar. In den Zwischenrichtungen ist im allgemeinen das eine Zeichen lauter als das andere, und dann überhört man erfahrungsgemäß das leisere. Nur an den Stellen, wo beide Zeichen genau gleich laut erscheinen, verschwimmen sie zu einem Dauerton. Diese Erscheinung ist überraschend scharf



Abb. 7. Zusammenlaufende Morsezeichen.

ausgeprägt; denn es genügt ein Unterschied von 3 v. H. in den Lautstärken der beiden Zeichen, um das eine für das Gehör hervortreten zu lassen.

Man hat es dabei in der Hand, die Richtung, in der man den Dauerton oder „Strich" hört, beliebig scharf zu gestalten. Dazu ist es nur nötig, den Winkel zwischen den beiden Tastantennen klein zu machen; beträgt er z. B. nur 10°, so wird der Strich in der Richtung senkrecht zur Tastantenne so scharf, daß noch in einer Entfernung von mehreren Kilometern das eine Morsezeichen beim Überschreiten des Striches im Bereich einer Straßenbreite in das negative Zeichen umschlägt.

In der Richtung der Tastantenne, wo die Morsezeichen ja auch zu einem Dauerton oder Strich verlaufen, ist die Erscheinung weniger scharf ausgeprägt. Bei dem Richtsender in Moabit beträgt der Winkel zwischen den Tastantennen 120°. Es ist zu erwarten, daß die Striche noch scharf genug ausgeprägt sein werden, um grobe Verzerrungen der Wellenausbreitung erkennen zu lassen.

Die drei Luftleiter sind unter 120° aufgestellt worden, damit sie verschiedene Verwendung zulassen; es ist beabsichtigt, sie zu vertauschen, da sie ja elektrisch gleichwertig sind. Je nachdem, ob die eine, die andere oder die dritte als Strichantenne geschaltet ist, hat die Ausbreitungsfigur drei verschiedene, um 60° und 120° gegeneinander verdrehte Lagen auf der Karte, und da jede Einzelfigur vier vom Sender ausgehende Striche enthält, so sind wir in der Lage, von dem Sender aus in drei Sendeperioden zusammen 12 gerade Linien über die Stadt Berlin zu telegraphieren.

Zu dem Zweck ist folgendes Arbeitsprogramm in Aussicht genommen (Abb. 8): Nach einer entsprechenden Ankündigung sendet Moabit zwei Minuten lang die Zeichen „A" und

1) 2 min a — — — — kurz lang
n — — — — lang kurz

1 min Pause

2) 2 min d — — — — lang kurz kurz
ü — — — kurz kurz lang

1 min Pause

3) 2 min b — — — lang kurz kurz kurz
v — — kurz kurz kurz lang

5828

Abb. 8. Sendefrequenzen.

„N"; dann tritt eine Minute Pause ein, in der die Antennen umgeschaltet werden; darauf werden zwei Minuten lang die Zeichen „D" und „U" gesandt, und nach einer abermaligen Pause von einer Minute die Zeichen „B" und „V". Die Zeichen werden auf der Welle 484 m (Welle des Witzlebener Senders) gegeben. Die Rundfunkteilnehmer, die an den Beobachtungen mitzuwirken bereit sind, haben nur zu beobachten, ob sie in der ersten Periode ein A, N oder Dauerton wahrnehmen, in der zweiten zu unterscheiden, ob sie D, U oder Strich hören und in der dritten, ob das Zeichen B, V oder Strich angekommen ist.

Die Zusammenstellung der Beobachtungen auf der Karte soll im Telegraphentechnischen Reichsamt erfolgen. Es wird darum gebeten, die Beobachtungen auf eine Postkarte zu schreiben, auf der Stadtteil, Straße und Hausnummer des Beobachters und Datum vermerkt sind, unter Umständen noch Zusätze, die geeignet sind, das Auffinden auf der Karte zu erleichtern, z. B. „Ecke Parkstraße". Im übrigen braucht die Mitteilung nur ganz kurz zu lauten, etwa:

1) N 2) Strich 3) B

Detektorempfänger oder Röhrenempfänger. Unterschrift.

Die Anschrift lautet: An das Telegraphentechnische Reichsamt (Abt. Funkwesen), Berlin C 2, Neue Friedrichstraße 38/40.

Außerdem wird gebeten, im Bereich der Oberpostdirektion Berlin auf die Anschrift das Stichwort „Richtfunk" zu setzen; dann werden die Karten portofrei zugestellt werden.

An den Beobachtungen kann sich jeder Rundfunkteilnehmer beteiligen. Vorsicht ist nur insofern geboten, als Empfänger mit Rückkopplung ungeeignet sind; dies hängt damit zusammen, daß bei Rückkopplung die beiden Zeichen A und N oder D und U oder B und V im Hörer mit verschiedener Klangfarbe wahrgenommen werden; dann ist es schwer, den Unterschied der Lautstärke richtig zu erkennen; es kommt kein richtiges Zusammenlaufen der Zeichen zustande, und es ist nicht ausgeschlossen, daß Irrtümer vorkommen.

Beim Empfang mit Detektor oder Audion ohne Rückkopplung und bei Anwendung rückkopplungsfreier Verstärker sind indessen keine Irrtümer möglich.

Es ist zu hoffen, daß bei gutem Gelingen diese Versuche einen Beitrag von bleibendem wissenschaftlichem Wert zu unserer Erkenntnis der Ausbreitungsvorgänge und ihrer Störungen liefern werden.

Jeder Rundfunkteilnehmer hat Gelegenheit, sich durch Mitteilung seiner Beobachtungen an den Versuchen zu beteiligen.

Leistungsfähige Doppelröhrenempfänger

III. Der Neutrodyne mit Doppelröhren.

Von

Erich Schwandt.

Häufig ist auch der Wunsch nach einer Baubeschreibung[1]) für ein normales Neutrodynegerät mit Doppelröhren laut geworden. Diese Schaltung (s. Abb. 11) ist äußerst einfach aus der bekannten Neutrodyneschaltung zu entwickeln. Die Einzelteile sind bis auf die Röhren genau die gleichen, wie sie im normalen Neutrogerät zur Verwendung kommen,

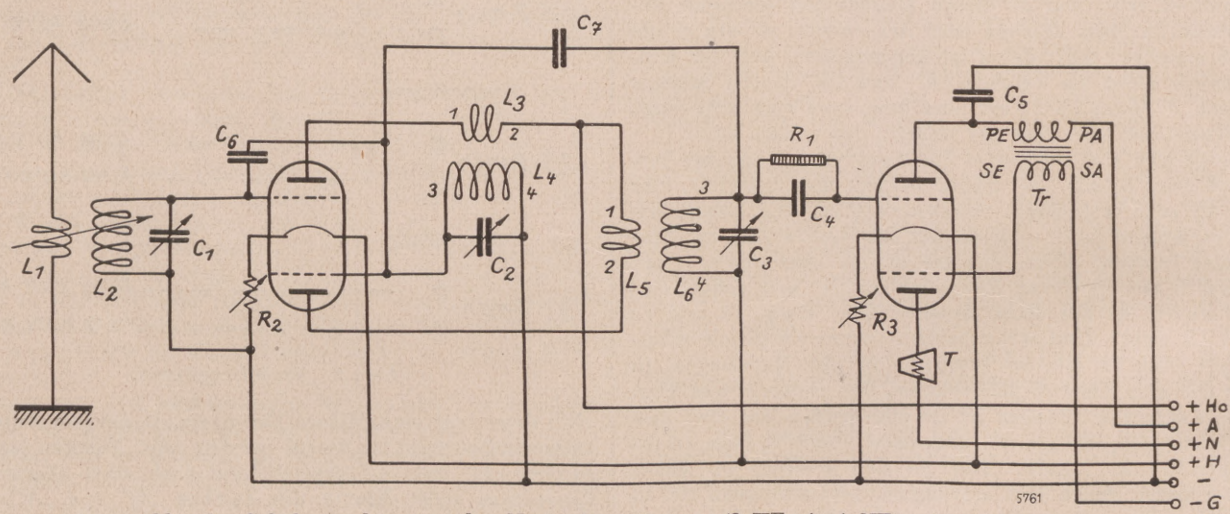


Abb. 11. Schaltung des normalen Neutrodyne-Gerätes (2 HF, A, 1 NF) mit Doppelröhren.

und alles das, was im Sonderdruck des „Funk": „Der Neutrodyne-Empfänger" gesagt ist, hat auch für dieses Gerät Geltung. Die erste Doppelröhre arbeitet in ihrer einen Hälfte als erste, in ihrer anderen Hälfte als zweite Hochfrequenzstufe, die zweite Doppelröhre in ihrer einen Hälfte als Audion ohne Rückkopplung, in ihrer anderen Hälfte als Niederfrequenzverstärker. Vor der ersten Hochfrequenzstufe liegen die Spulen L_1 und L_2, zwischen den Röhren befinden sich die Hochfrequenztransformatoren, aus L_3 L_4 und L_5 L_6 bestehend. In Abb. 13 kann der Bauplan eines praktisch hergestellten Empfängers der Schaltung Abb. 11 wiedergegeben werden. Die Selbstinduktionsspulen vor der Eingangsröhre waren Ledionspulen, während zwischen den Röhren handelsübliche Hochfrequenztransformatoren benutzt wurden, die mit auswechselbaren Spulenkörpern für verschiedene Wellenbereiche zu haben sind.

Die Anordnung der Teile mit den richtigen Abständen sowie die Leitungsverlegung sind aus Abb. 13 ersichtlich.

Zu den wichtigsten Einzelteilen soll noch einiges bemerkt werden: Die Hochfrequenztransformatoren zwischen den Röhren sind handelsübliche Neutrodynetransformatoren. Wenn auch ihre Anfertigung nicht unbedingt empfohlen werden kann, da es dem Bastler Mühe macht, den durchbrochenen Wicklungskörper herzustellen, soll doch in Abb. 14 eine genaue Zeichnung für die Transformatoren (für Rundfunkwellenbereich) gegeben werden. Der Wicklungskörper A besteht aus Hartpapierrohr von 80 mm Außendurchmesser, in das Unterbrechungen hineingearbeitet sind, so daß der Draht nicht auf dem ganzen Umfang, sondern nur an den Stegen B aufliegt. Die Sekundärwicklung besteht aus 48 Windungen eines doppelt mit Seide umsponnenen rund 0,8 mm starken Kupferdrahtes (C). Anfang und Ende der Wicklung sind an je einen Schneidenkontakt geführt (F). Wie die Wicklung mit den Kontakten verbunden ist, kann aus der unteren schematischen Skizze ersehen werden. Die Kontakte sind zu diesem Zweck mit den Zahlen 1 bis 4 bezeichnet; die gleichen Zahlen treten in den Abb. 11, 12 und 14 auf. Die Primärwicklung ist als kleine Rahmenantenne mit schneckenförmiger Wicklung ausgeführt und genau in der Mitte der zylindrischen Wicklung angebracht. Der Wicklungsträger besteht aus zwei Hartgummileisten D, die in der Mitte Aussparungen besitzen und hier ineinanderpassen; sie sind mit Hilfe kleiner Stifte an den Stegen des Außenkörpers befestigt. Vorher wird die Wicklung E in Form von 8 Windungen eines 1 mm starken, doppelt umsponnenen Kupferdrahtes untergebracht. Auch die Verbindung dieser Wicklung mit den entsprechenden Schneidenkontakten F ist aus der unteren Abbildung ersichtlich. Die Kontakte F sind aus Messingblech 1 × 8 mm gefertigt und an den äußeren Spulenkörper in den eingezeichneten Entfernungen angenietet. Zur Montage der Hochfrequenztrans-

[1]) Vgl. die Aufsätze in Heft 27 und 28 des „Funk-Bastler".

formatoren werden Sockel nach Abb. 12 benötigt, die aus einer Hartgummiplatte 40 × 100 mm bestehen, die mit den entsprechenden Federkontakten und Klemmschrauben ausgerüstet ist. Auch diese Sockel sind im Handel erhältlich.

Liste der Einzelteile für Schaltung nach Abb. 11.

1 Trolit-Frontplatte 180 × 440 × 4 mm; 1 Holz-Grundplatte 200 × 440 × 15 mm; ein passender Holzkasten; 3 Drehkondensatoren, je 500 cm für C_1 bis C_3, davon die letzten beiden mit Feineinstellung; 1 Zweifach-Schwenkspulenhalter für die Spulen L_1 L_2; 2 Sockel für die Hochfrequenztransformatoren; 2 Hochfrequenztransformatoren; 2 Heizwiderstände mit Ausschalter; 2 Pentatronfassungen; 1 Dubilierkondensator C_4, 250 cm; 1 Widerstand R_1, 2 Megohm; 1 Blockkondensator C_5, 3000 cm; 1 Niederfrequenztransformator 1 : 3; 2 Neutrodone C_7 und C_8; 1 Batteriebuchsenleiste mit 6 Steckbuchsen; 4 Knopfklemmen; je eine Ledionspule 25 und 40 Windungen.

Die Neutrodone C_6 und C_7 sind für Frontplattenmontage geeignete Neutrodone. Die Anbringung an der Frontplatte halte ich für wesentlich, da es dem geschickten Bastler weniger auf völlige Neutralisierung der inneren Röhrenkapazität, als darauf ankommt, den Rückkopplungseffekt zur Empfindlichkeitssteigerung auszunutzen. Zu diesem Zwecke müssen die Kondensatoren aber während des Abstimmens verstellt werden können, und das ist selbstver-

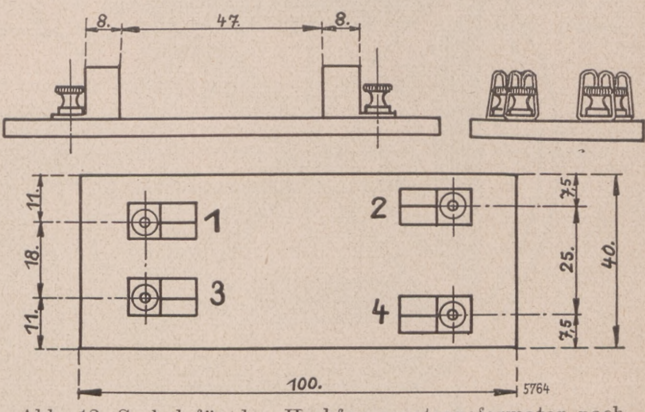


Abb. 12. Sockel für den Hochfrequenztransformator nach Abb. 14.

Abb. 13. Bauplan für den Doppelröhren-Neutrodyne-Empfänger nach Schaltung Abb. 11.

Abb. 14. Der Hochfrequenztransformator für die Neutrodyneschaltung.

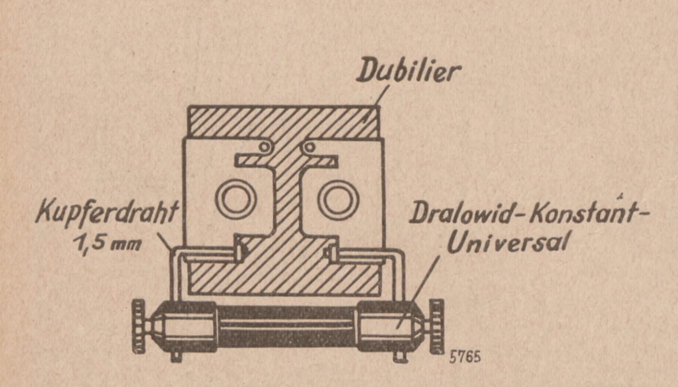


Abb. 15. Eine empfehlenswerte Gitterblock-Kombination.

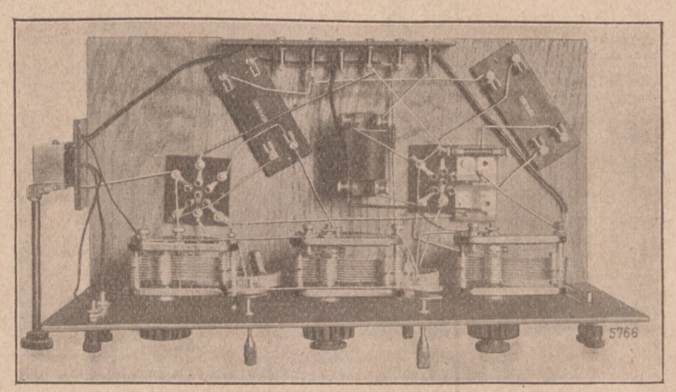


Abb. 16. Zweifachröhren-Neutrodyne-Empfänger, Ansicht von oben. (Spulen, Hochfrequenztransformatoren und Röhren sind herausgenommen.)

ständlich nur möglich, wenn sie an der Frontplatte angebracht sind. Um einen Kurzschluß der Heizbatterie zu verhindern, der eintreten könnte, wenn die Platten des Neutrodons C_7 so weit zusammengebracht werden, daß sie sich berühren, beklebe man die eine Platte mit dünnem, festem Papier.

Bei diesem Empfänger habe ich eine recht praktische Gitterblockkombination angewendet, die sich jeder aus einem Dubilier-Kondensator und einem Widerstand, dessen Endkappen mit Bohrungen und Schrauben versehen sind, selbst herstellen kann (Abb. 15). In die aufgebogenen Lötösen eines Dubiliers werden winklig gebogene Kupferdrähte

eingelötet, deren Schenkel einen Abstand von 37 mm haben müssen. Damit sind sie für den Widerstand passend, den man seitlich heraufschiebt und mit Hilfe seiner Kordelschrauben festklemmt. Durch eine solche Ausbildung des Gitterblocks fallen alle Isolationsverluste fort, sie dürfte die elektrisch hochwertigste sein.

Es ist selbstverständlich, daß Aufbau und Bedienung des Neutrodyne-Empfängers mehr Kenntnisse und Erfahrung erfordern, als die bisher beschriebenen Reisegeräte. Sie sind aber keineswegs schwieriger herzustellen und zu handhaben als die Neutrodyne-Empfänger gleicher Schaltung mit Einfachröhren. In der Leistung sind beide Empfänger absolut gleich, wenn man voraussetzt, daß in beiden Röhren mit gleichen Verstärkereigenschaften zur Verwendung kommen.

Die Meinung, daß ein Neutrodyne-Empfänger mit Doppelröhren eine geringere Selektivität besitzen müsse als ein solcher mit Einfachröhren, muß als abwegig bezeichnet werden, vorausgesetzt, daß Hochvakuum-Doppelröhren Verwendung finden.

Es würde zu weit führen, in diesem Zusammenhange Regeln für die Einstellung und Bedienung des Gerätes zu geben. Ich verweise dazu nochmals auf den schon einmal erwähnten Sonderdruck des „Funk": „Der Neutrodyne-Empfänger".

In Abb. 16 und 17 ist ein ausgeführter Neutrodyne-Empfänger mit Pentatronröhren, aus denen der Bastler noch manches für die Ausbildung des Empfängers ersehen kann, abgebildet. (Ein weiterer Aufsatz folgt.)

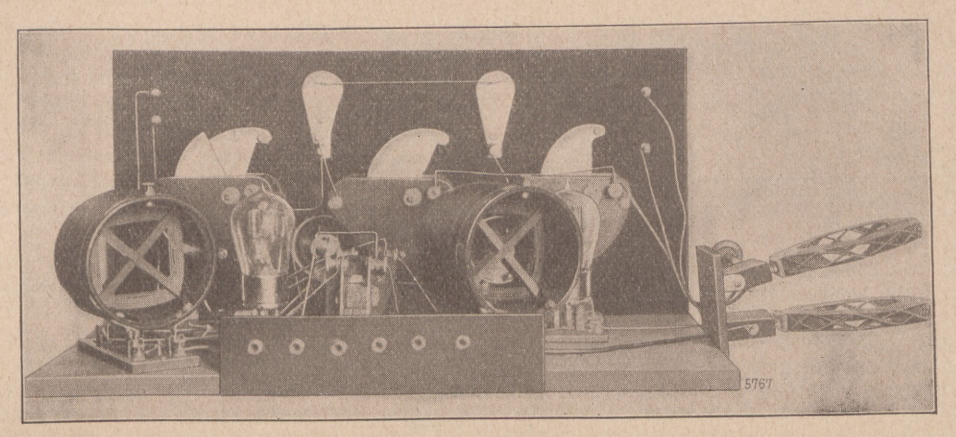


Abb. 17. Rückansicht des Zweifachröhren-Neutrodyne-Empfängers.

Verbesserter Rahmenempfang

Von

Dr. Erich Weithofer, München.

Die rasche Entwicklung der Rundfunktechnik, die in den letzten Jahren nicht nur die Vergrößerung der überbrückbaren Entfernungen, sondern auch vor allem die qualitative Verbesserung des Empfanges anstrebte, hat dazu geführt, daß bei Fernempfangsschaltungen die Rahmenantenne immer häufiger Verwendung findet. Maßgebend war dabei außer der Richtwirkung wohl vor allem die große Unempfindlichkeit dieser Antennenform gegenüber den besonders in der Großstadt so lästigen elektrischen Störungen. Die im Anfang etwas unhandlichen Dimensionen haben sich heute bedeutend verringert, so daß wir für den Rundfunkwellenbereich durchaus mit Rahmenseiten von 60 bis 50 cm, bei bescheidenen Ansprüchen sogar mit noch kleineren Maßen arbeiten können.

Trotz dieser unleugbaren Vorzüge ist aber der Empfangsrahmen doch ein Stiefkind der Rundfunktechnik geblieben. Er hat sich, abgesehen von seiner äußeren Form, in wesentlichen Punkten seiner Konstruktion kaum geändert. Und doch scheint es so, als ob wir noch lange nicht alle seine Kräfte und Fähigkeiten uns zunutze gemacht hätten.

Im Laufe des vergangenen Jahres sind dem Verfasser bei ausgedehnten Versuchen Erscheinungen aufgefallen, die, der Wissenschaft zwar längst bekannt, doch in weiteren Bastlerkreisen noch wenig Eingang gefunden haben und vielleicht geeignet sind, den Rahmenempfang um ein weiteres gutes Stück leistungsfähiger zu gestalten. Um das Ergebnis gleich vorweg zu nehmen: es ist in sehr vielen Fällen möglich, durch Drehung des Rahmens um seine h o r i z o n t a l e Diagonale eine Erhöhung der Empfangslautstärke, oft um ein Mehrfaches der ursprünglichen Lautstärke, zu erzielen.

Auf der Suche nach einer Erklärung für diese Kippwirkung galt der erste Gedanke natürlich der Rückkopplung auf die Spulen des Gerätes. Und in der Tat besteht sicherlich zwischen Rahmen und Empfänger eine Art Dämpfungsreduktion. Wird z. B. der Empfangsapparat auf dem Tische gedreht, ohne daß die danebenstehende Rahmenantenne ihre Richtung ändert, so muß die Abstimmung sogleich nachgestellt werden. Indes, für sich allein reicht diese Induktionswirkung als Erklärung doch nicht aus. Denn der Rahmen wird senkrecht ins Nebenzimmer gestellt und mit 4½ m langen Drähten angeschlossen: ein Drehen und Wenden des Empfängers in beliebiger Richtung bleibt nun ohne jeden Einfluß, während ein Umkippen der Rahmenebene um etwa 45° sofort wieder den Empfang auf doppelte Lautstärke anwachsen läßt. Der Versuch kann beliebig oft in den verschiedensten Variationen wiederholt werden. Später wurde die Sache bequemer gemacht: der Rahmen wurde vor und hinter den Empfänger gestellt, oben auf den Kastendeckel und dann unter den Tisch; in jedem Falle wurde der gleiche „Kippeffekt" beobachtet, was wohl nicht möglich wäre, wenn es sich lediglich um eine Rückkopplung handeln würde.

Dazu kommt noch eine weitere Beobachtung, die mir schon seit längerer Zeit beim Rahmenempfang aufgefallen war. Auch die senkrecht stehende Rahmenebene fällt bei lautstärkstem Empfange keineswegs immer mit der Luftlinie Sender—Empfänger zusammen, wie allgemein angenommen wird. Ich empfange z. B. seit jeher alle englischen Stationen in München mit fast genau Ost-West gerichtetem Rahmen! Bei anderen Sendern, wie etwa Graz, ist die Abweichung geringer, wieder andere, darunter die meisten

deutschen und vor allem die spanischen Stationen, stimmen mit der errechneten Richtung recht gut überein. Eine Abhängigkeit der Größe dieser Mißweisung von bestimmten Himmelsrichtungen, von der überbrückten Entfernung, von der Witterung oder von sonstigen bekannten Faktoren konnte nicht beobachtet werden. Dagegen scheint der Winkel selbst bei den einzelnen Sendestationen immer der gleiche zu bleiben. Auch in diesen Fällen hat die Rahmenrückkopplung auf die Abstimmspulen einen gewissen Einfluß, der aber ebenfalls durch die vorerwähnten Maßnahmen ausgeschaltet werden kann.

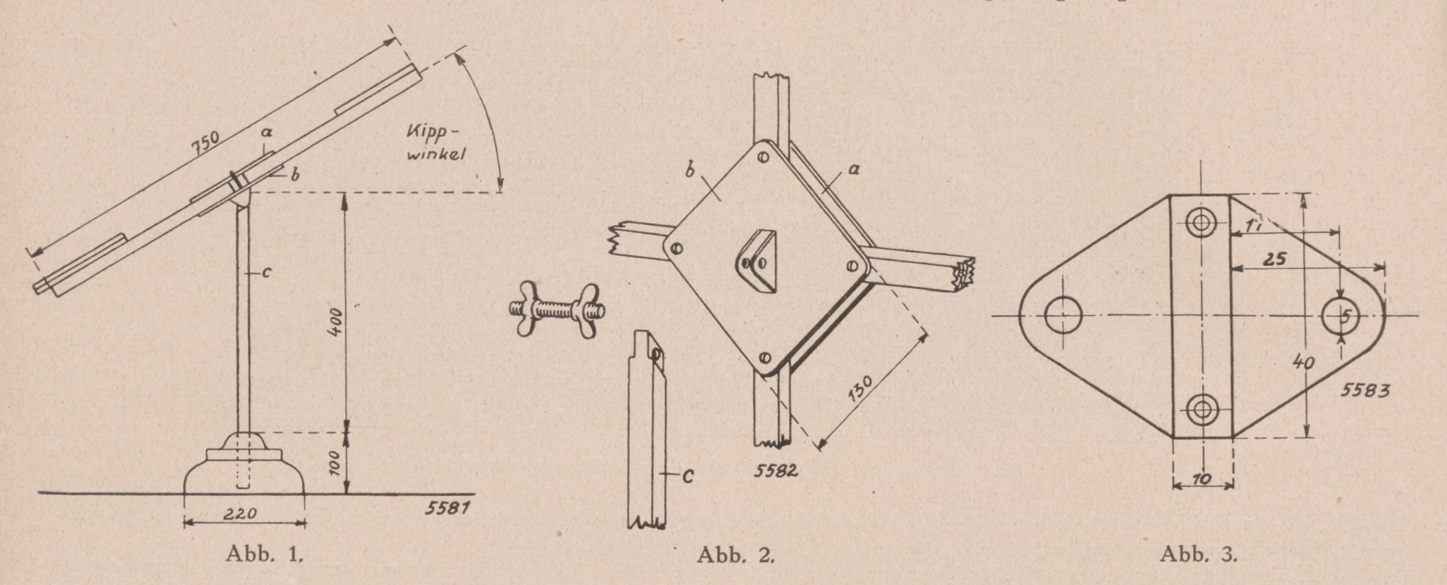


Abb. 1. Abb. 2. Abb. 3.

Einige weitere Einzelheiten meiner Versuche seien noch erwähnt. Zur Verwendung kam der kürzlich an dieser Stelle besprochene Fünfröhren-Tropadyne[1]) und ein Kipprahmen, wie er im folgenden kurz beschrieben werden soll. Immer handelte es sich um Fernempfang. Beim Empfang des Ortssenders ergibt sich beim Kippen des Rahmens keine merkbare Änderung, ebensowenig beim Empfang einiger größerer und nahe gelegener Stationen wie Frankfurt, Wien, Stuttgart u. a.; dagegen kommen leise und schwache, so die englischen und spanischen Sender oder z. B. Agram, mit dem gekippten Rahmen in prächtiger Lautstärke in den Kopfhörer hinein. Man hat beim Umkippen oft geradezu den Eindruck, als ob etwa die Tür zu einem Nebenzimmer, in dem gesprochen wird, geöffnet würde. Der Kippwinkel wechselt dabei von Tag zu Tag, beträgt meist zwischen 45 und 60°, oft aber auch 90°, d. h. an diesen Tagen fällt dann das Optimum mit dem senkrechten Rahmen zusammen. Oft auch ist ein Umwechseln der Rahmenanschlüsse notwendig, um die Kippwirkung in Erscheinung treten zu lassen.

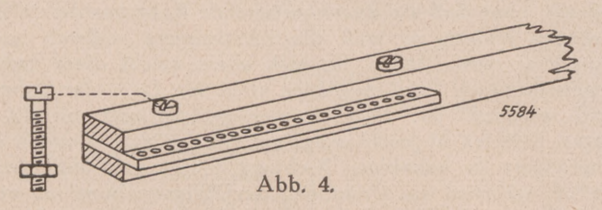


Abb. 4.

Der Schwindeffekt an sich ist leider nicht beeinflußt, führt aber infolge der größeren Lautstärke nicht so oft zum völligen Erlöschen des Empfanges. Sehr interessant waren auch die Beobachtungen des Fadingeffekts bei gleichzeitiger Benutzung zweier Empfangsanlagen. Es kamen zwei nach der gleichen Schaltung aufgebaute Tropadyne-Empfänger in Anwendung, von denen der eine mit dem Kipprahmen, der andere mit genau dem gleichen, jedoch senkrecht stehenden Rahmen arbeitete. In einem Kopfhörer, dessen Muscheln je mit einem der beiden Apparate verbunden waren, konnte man nach mancherlei Schwierigkeiten einer richtigen kongruenten Einstellung schließlich zur größten Überraschung feststellen, daß die Augenblicke größter oder geringster Lautstärke in den beiden Apparaten keineswegs zusammenfielen; der Empfänger mit gekipptem Rahmen hinkte ein wenig aber merklich nach, auch war die Lautstärke trotz Korrektur der Heizung nie ganz gleich zu bekommen; ein eigenartiges, verwirrendes Klangbild! Die Größe des erwähnten Zeitintervalls nahm mit dem Kippwinkel zu und verschwand bei senkrechter Stellung des Kipprahmens ganz.

Die theoretische Erklärung dieser Erscheinung ergibt sich z. T. wenigstens aus dem Referat von Dr. P. Gehne in Heft 1

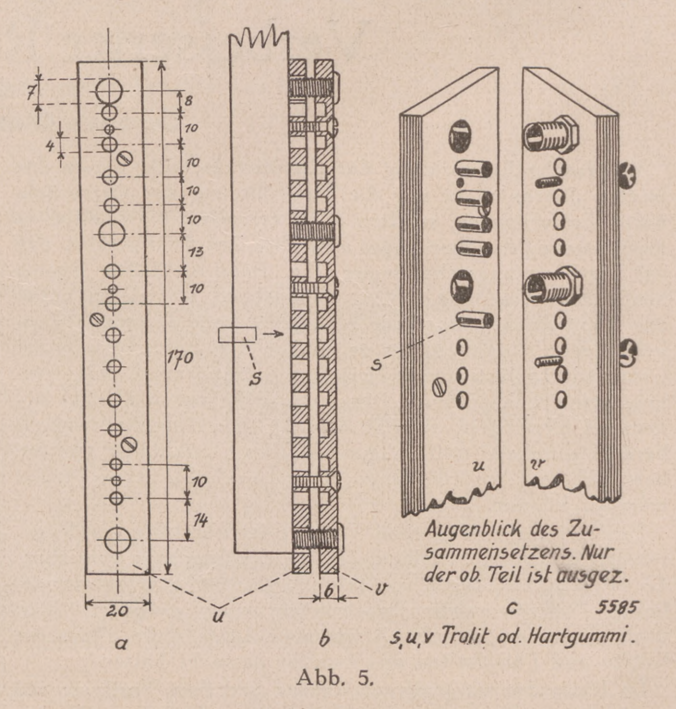


Abb. 5.

des „Funk-Bastler", Jahr 1927, über einen Vortrag Prof. Dr. Zennecks: „Die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen"[2]). Hier mag es genügen, darauf hinzuweisen, daß der umlegbare Kipprahmen in den meisten Fällen eine wesentliche Verbesserung des Fernempfangs ermöglichen

[1]) Vgl. „Funk-Bastler", Jahr 1927, Heft 19, S. 287.

[2]) Vgl. auch „Funk-Bastler", Jahr 1927, Heft 16, Seite 241: Dr. Paul Duckert, Der Einfluß der Atmosphäre auf die Wellenausbreitung.



wird. Bei der Einfachheit, mit der diese Untersuchungen angestellt werden können, wäre es wünschenswert, wenn weitere Beobachtungen dieser Art mitgeteilt würden. Vielleicht regen meine Zeilen ein engeres theoretisches Eingehen auf diese Erscheinungen an dieser Stelle an.

*

Zu meinen Versuchen benutzte ich einen Kipprahmen, dessen Bau nachstehend beschrieben sei.

Zwei Eichenholzstäbe von 2 × 2 cm Querschnitt und 75 cm Länge werden in bekannter Weise gekreuzt (Kreuzkamm). Zwei Brettchen, 4 mm Sperrholz (Abb. 2 a und 2 b) sind zur guten Versteifung sehr wichtig, da der Rahmen durch den Zug der strammgelegten Drahtwindungen stark beansprucht ist. Das Ganze wird geleimt und verschraubt. Die beiden seitlichen und der obere Arm des Kreuzes erhalten je einen zur Rahmenebene senkrecht stehenden, 3 mm breiten, 15 cm tiefen Schlitz, der ein 3 mm dickes, 15 cm langes und 2,5 cm breites Hartgummitäfelchen aufnimmt. Befestigung nach Abb. 4. Der vorstehende freie Rand erhält 15 Löcher von 3 mm Durchmesser und 9,5 mm Abstand. Die Herstellung der unteren Leiste ist etwas mühsamer; ihr Bau geht aus Abb. 5 a bis 5 c klar hervor. Die 10. Windung ist angezapft. Am rückwärtigen Versteifungsbrettchen wird ein Scharnier nach Abb. 2 angebracht, das mit einer Gewindespindel und zwei Flügelschrauben oben an die Standsäule geklemmt wird. Das Gelenk wird nach Abb. 3 aus 1 mm-Messingblech

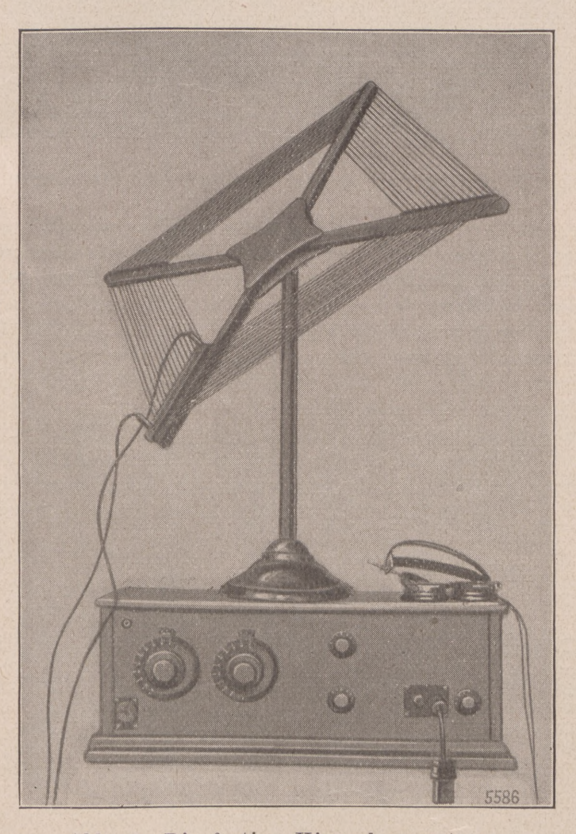


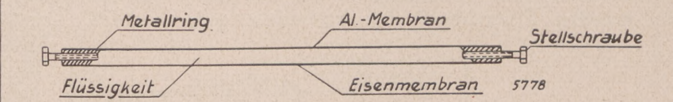
Abb. 6. Die fertige Kipprahmenantenne.

gebogen und muß so stramm beweglich sein, daß es in jeder Lage stehen bleibt. Die Standsäule Abb. 1 c wird aus gleichem Material wie das Kreuz gefertigt, mißt 2 × 2 cm im Querschnitt und ist 50 cm lang. Davon sind die unteren 10 cm spulrund gedreht und stecken drehbar im Sockel. Diesen lassen wir vom Drechsler fertigen, Durchmesser 22 cm, Höhe 10 cm; er soll aus schwerem Drechslerholz gefertigt sein.

Für die 15 Windungen wird am besten umwirkte Litze verwendet, jedoch solche, deren Einzeldrähte nicht emailliert sind, weil es sehr schwer ist, die Lackisolierung an den Anschlußstellen in einwandfreier Weise von den dünnen Drähtchen zu entfernen. Auch Volldraht erfüllt den gleichen Zweck, die weiche Schmiegsamkeit der Litze ist jedoch beim Aufbringen sehr angenehm. Es werden 26 m benötigt. Mit den angegebenen Maßen und einer Kapazität von 500 cm läßt sich der Wellenbereich von 250 bis 600 m bestreichen.

Eine neue Lautsprechermembran.

Langsam ist neben der Verwendung von Kopfhörern der Lautsprecherempfang im Rundfunk in den Vordergrund gerückt.



Die Reinheit des Empfangs auch mit den vielgerühmten trichterlosen Lautsprechern läßt indessen häufig zu wünschen übrig.

Der gleiche Typ eines Lautsprechers soll angeblich an der einen Stelle „ausgezeichneten Empfang“ geben, während an anderen Stellen das Gegenteil festgestellt wird. Dies liegt sehr häufig daran, daß ungeeignetes Material im Empfangsgerät verwendet wird, und der Aufstellungsort des Lautsprechers nicht sorglich ausgewählt wird. Außerdem werden oft hinsichtlich der Lautstärke überspannte Anforderungen gestellt, die nur auf Kosten der Klangreinheit erfüllt werden können.

Eine einfache, von Schwabe angegebene Anordnung gestattet nun, sich sowohl einen Lautsprecher zuzulegen, der nicht nur billig selbst herzustellen ist, sondern auch geeignet ist, eine weitgehende Verminderung der bereits erwähnten Störungen zu bewirken. Zu diesem Zweck wird statt einer einfachen Membran eine Kombination besonderer Art verwendet.

Das Magnetsystem arbeitet einseitig auf eine sehr dünne eiserne Membran, die unter Vermittlung einer dünnen Schicht einer leicht beweglichen Flüssigkeit (z. B. Wasser) auf eine zweite sehr dünne Membran aus Aluminium oder Messing wirkt (Abb.). Die Flüssigkeit wird seitlich durch einen metallenen Ring von 2 bis 3 mm Höhe begrenzt, der innen konisch ausgedreht und mit zwei Schrauben versehen ist, die den Druck der Flüssigkeit regulieren. Durch Wasserglas wird die Membran und der Metallring abgedichtet.

Die Wirkung der Membranzusammenstellung zeigt sich nun darin, daß Eigenschwingungen im Tonbereich des Rundfunks vollkommen ausgeschaltet werden und vor allen Dingen akustische Störungen stark gemindert werden. Die konische Ausdrehung des Ringes bewirkt außerdem eine sehr merkliche Verstärkung auf Grund eines bekannten hydraulischen Prinzips. Diese Erscheinung läßt sich sehr leicht mit zwei Kopfhörern experimentell feststellen, wenn man einen Kopfhörer mit einer derartigen Kombination ausrüstet. Läßt man diese Membrananordnung auf eine geeignet formlich begrenzte Luftsäule wirken, so erhält man bei richtiger Aufstellung im Zimmer eine selten klare akustische Übertragung.

Die Anordnung wird dadurch besonders wertvoll, daß sie sich bequem an einem Feldtelephonhörer anbringen läßt.

Dipl.-Ing. O. Pope.

*

Kurzwellenversuche im südafrikanischen Rundfunk. Die Stationen Johannesburg und Durban haben bereits mit Versuchen begonnen, gleichzeitige Rundfunkübertragungen auf kurzer Welle auszuführen, in der Absicht, geeignete Wege zur Verbindung der drei südafrikanischen Stationen untereinander herauszufinden. Kapstadt wird demnächst ebenfalls solche Versuche unternehmen, so daß es wahrscheinlich ist, daß der südafrikanische Rundfunk in absehbarer Zeit besser als bisher von Europa und Amerika empfangen werden kann. Freudige Aufregung herrscht bei den südafrikanischen Funkhörern über den fortgesetzten guten Empfang der Station PCJJ, Holland; dies hat zur Folge, daß die Zahl der Kurzwellenfreunde um Hunderte zugenommen hat. Der Rundfunk erfährt jetzt überhaupt einen großen Aufschwung in ganz Südafrika.

Ultrakurze Wellen und Zweifachröhren

Von

Werner Nestel.

Die bekannten bei der Erzeugung ultrakurzer Wellen mit normalen Röhren auftretenden Schwierigkeiten, infolge unsicheren Arbeitens, lassen sich scheinbar durch die Anwendung von Zweifachröhren fast vollkommen beseitigen. Es ist mir gelungen, mit Zweifachröhren auf 5 m Wellenlänge ebenso sicher zu arbeiten, wie man es von den Rundfunkwellen her gewöhnt ist.

Besonders eine Schaltung ist es, die bei Zweifachröhren bei größter Einfachheit sich besonders gut bewährt. Ihr

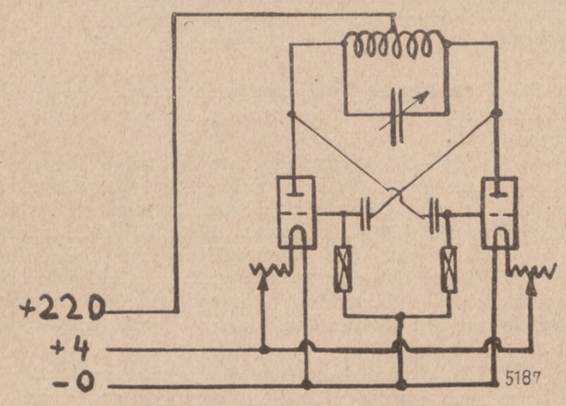


Abb. 1. Gegentakt-Generatorschaltung.

Prinzip zeigt Abb. 1. Um ihre Eigenschaften studieren zu können, wurde ein Schwingungsgenerator für mittlere Wellen aufgebaut, wie ihn Abb. 2 zeigt. Die Untersuchung ergab gegenüber anderen Generatorschaltungen eine erstaunliche Stabilität der erzeugten Frequenz, eine Eigenschaft, die von ausschlaggebender Wichtigkeit ist. Änderung der Heizspannung brachte keine meßbare Frequenzänderung; die Änderung der Anodenspannung von 110 auf 220 Volt beeinflußte die Wellenlänge nur um 0,001 v. H. Berührung der Zuleitungen von Heiz- und Anodenstrom war ohne Einfluß, als Beweis dafür, daß es durch diese Symmetrieschaltung gelingt auch ohne Drosselkreise die Hochfrequenz von den Zuleitungen fernzuhalten. Diese Erfahrungen ließen die Wahl der Schaltung für ganz kurze Wellen als begründet erscheinen. Die Selbstinduktion wurde auf eine Windung von liebige andere Wellen erzeugt werden. Als Antenne legt man einen Draht von der halben Länge einer Welle in seiner Mitte nahe an den Drahtring. Die Strahlungsenergie wird durch eine Antenne aber kaum vergrößert, da schon der Schwingungskreis einen großen Strahlungswiderstand hat.

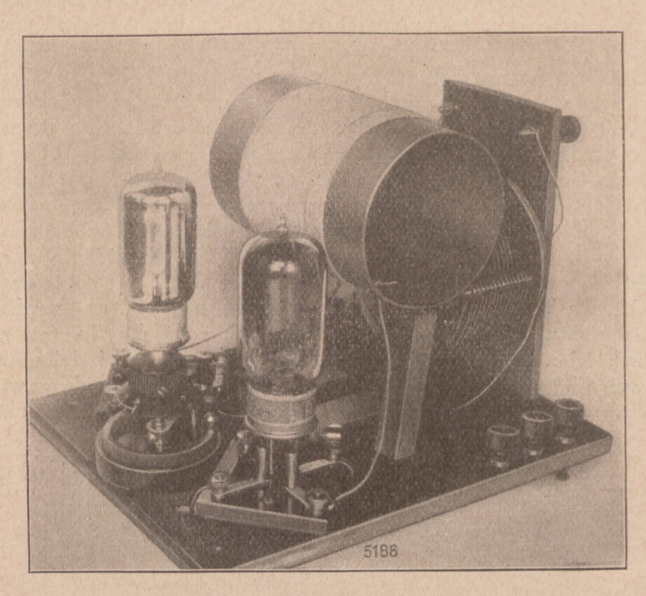


Abb. 2. Versuchsanordnung für Gegentaktschaltungen.

Um die **Schaltung für Empfangszwecke** ausnutzen zu können, mußte an die Stelle der Anodenspannungszuleitung ein Blockierungskondensator in den Kreis gelegt werden, zwischen dessen Klemmen die Eingangsseite eines Gegentakttransformators liegt. So wurde eine Gegentakt-Audionschaltung nach Abb. 3 geschaffen, die sich ausgezeichnet bewährt hat. Die Rückkopplung wird im Heizkreis reguliert und setzt sehr weich ein.

Ein heikles Problem ist die Abstimmung. Zwischen die beiden Anodenstecker der Zweifachröhre wurden zwei federnde Messingbleche geschraubt, die durch einen vorn kegelförmig abgedrehten Hartgummistab mehr oder weniger

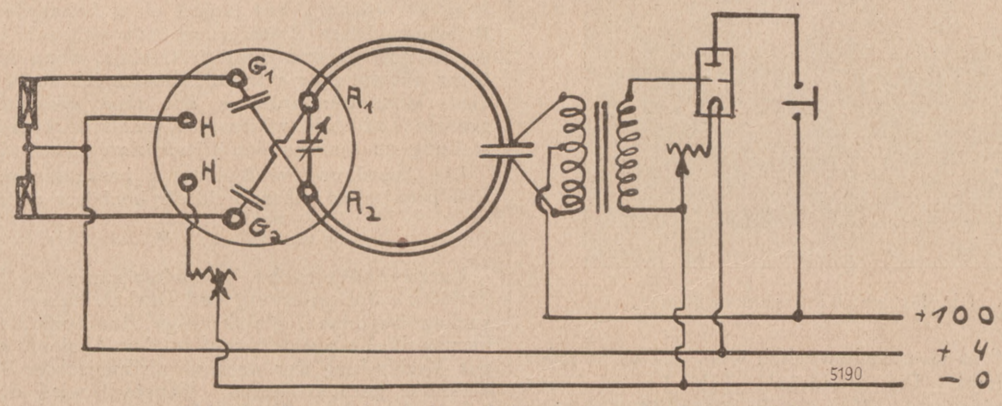


Abb. 3. Gegentakt-Audionschaltung für ultrakurze Wellen.

5 cm Durchmesser verkleinert; die Kapazität bilden die beiden Anoden der Zweifachröhre gegeneinander. So entsteht ein Generator, wie ihn Abb. 4 zeigt. Bei gutem Wirkungsgrad liefert er eine Energie, die für viele interessante und fesselnde Versuche genügt mit einer Wellenlänge von 3,40 m. Durch Auswechseln des Drahtringes können beweit auseinandergedrückt werden können. So entsteht ein außerordentlich empfindlicher Empfänger (Abb. 5), der trotzdem leicht zu bedienen ist, Eigenschaften, die bisher durch Anwendung von Einröhrenrückkopplungsschaltungen noch nicht erreicht werden konnten.

Wenn auch kaum anzunehmen ist, daß diese Wellen bei

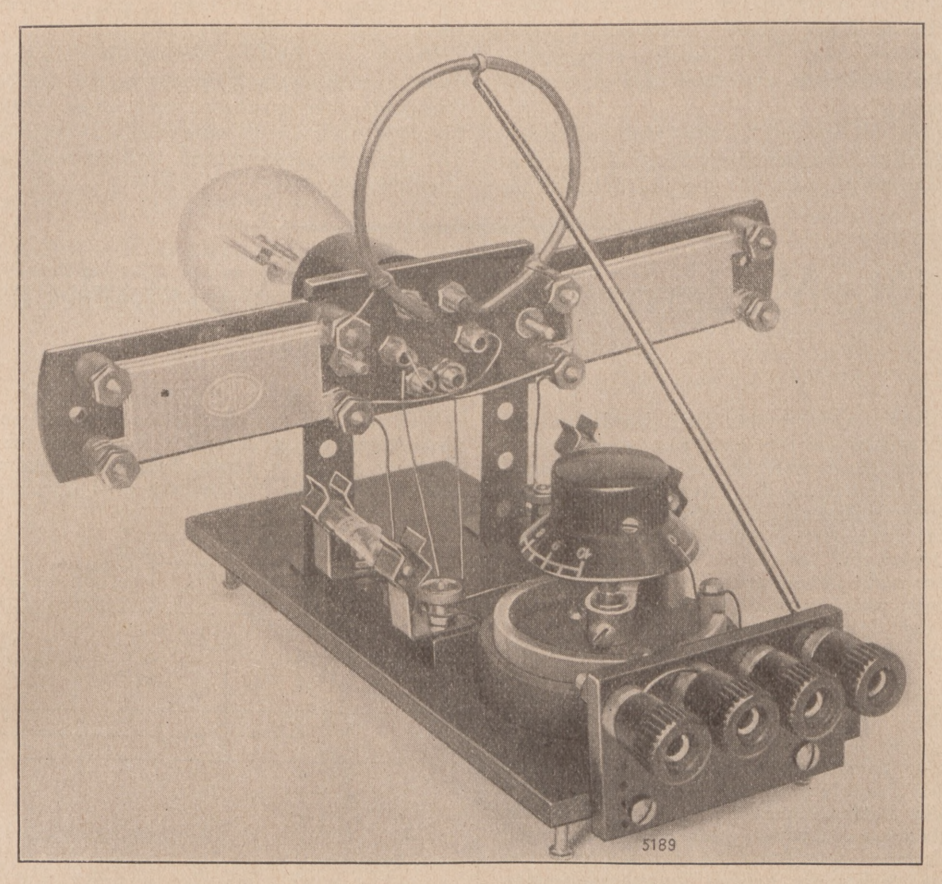


Abb. 4. Ein Sender für 3,40 m Wellenlänge.

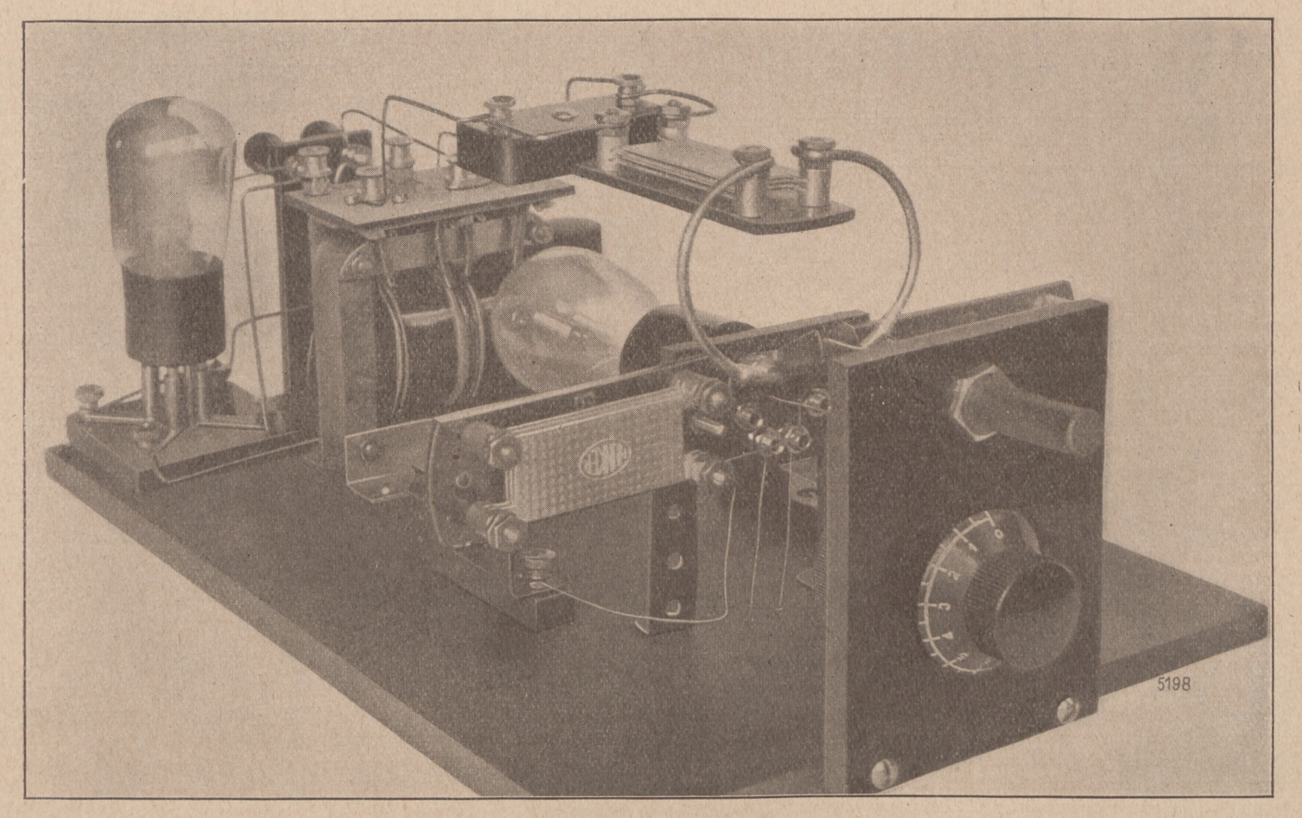


Abb. 5. Ansicht des aufgebauten Empfängers.

der Überbrückung großer Entfernungen jemals eine Rolle spielen werden, so ist doch für kleine Entfernungen damit eine Möglichkeit gegeben, sehr viele Sender störungsfrei nebeneinander arbeiten zu lassen, was zweifellos eine wichtige Zukunftsaufgabe ist.

Die Versuche wurden mit normalen Delta- und Te-Ka-De-Zweifachröhren ausgeführt. Sie werden fortgesetzt mit einer neuen sockellosen Deltaröhre, von der die Möglichkeit der einwandfreien Erforschung noch kürzerer Wellen erhofft wird.

Durch zwei weitere Kunstgriffe gelingt es ferner, mit annehmbarer Energie Wellen von der Größenordnung einiger Zentimeter zu erzeugen, und einen ebenso empfindlichen Empfänger dafür zu entwickeln. Doch sind die Arbeiten hier noch derart schwierig, daß sie noch nicht reif zur Veröffentlichung sind.

Die Modernisierung alter Verstärker

Von

Otto Staffel.

Eine große Anzahl der in der ersten Zeit des Rundfunks auf den Markt gebrachten Geräte entspricht naturgemäß heute nicht mehr dem modernen Stande der Rundfunktechnik. Besonders erfüllen viele der alten, in den Händen der Rundfunkteilnehmer befindlichen Niederfrequenzverstärker keineswegs die gesteigerten Anforderungen an eine klangreine, verzerrungsfreie, tonechte Wiedergabe durch den Lautsprecher, der nicht immer der alleinige Sündenbock ist. Die Mängel liegen meist in minderwertigen Kopplungselementen oder in der Schaltung, die die Zuführung von Gittervorspannungen bzw. hohen Endspannungen nicht zuläßt.

In folgendem soll nun beschrieben werden, wie sich selbst Ungeübte ihre alten Zweifach-Niederfrequenzverstärker ohne Kosten und große Mühe verbessern können. Zahlreiche Geräte älterer Konstruktion zeigen die Schaltung nach Abb. 1: Zwecks Durchleitung der Batteriespannungen zum Audion sind alle Batterieklemmen doppelt auf beiden Seiten der Schaltplatte angeordnet. Links befinden sich meist die beiden Klemmen zum Anschluß des Audions bzw. des Kristalldetektors, rechts die beiden Telephonklemmen.

Um nun die Möglichkeit zu haben, den Verstärkerröhren

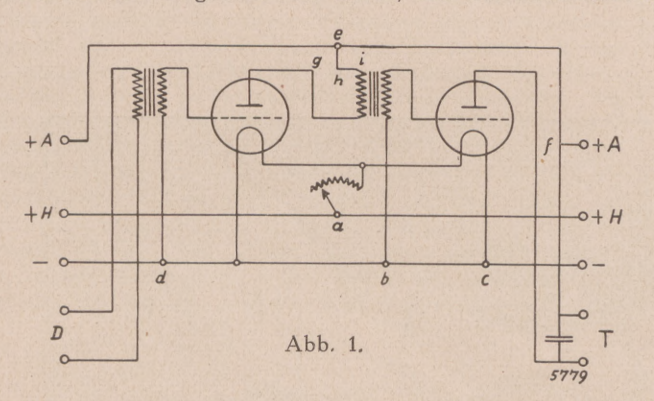


Abb. 1.

die oft erforderliche Gittervorspannung und der End- (Lautsprecher-) Röhre eine höhere Anodenspannung zuführen zu können, verändert man ein wie eben beschriebenes Gerät am einfachsten nach der Schaltung wie es Abb. 2 zeigt.

Die Batterieklemmen auf der rechten Seite erhalten besondere Funktionen. Sie dienen jetzt der Zuführung der erwähnten besonderen Spannungen. Zu dem Zwecke ist es nur erforderlich, die Verbindungsleitung +H +H rechts von a durchzukneifen und deren rechte Hälfte an die Oberseite (sekundäre) des zweiten Transformators, nachdem diese bei b von der negativen Leitung getrennt wurde, zu führen. Ähnlich verfährt man mit der letzteren: sie wird rechts von c durchgekniffen, und es wird der stehengebliebene Rest mit der Oberseite des ersten Transformators verbunden, nachdem auch deren Verbindung mit der negativen Leitung bei d getrennt wurde. Nun können den beiden Röhren — der ersten eine kleinere, der zweiten eine größere — Gittervorspannungen zugeführt werden. Es bleibt noch übrig, die rechte Hälfte der Anodenleitung von e bis f abzukneifen, so daß man jetzt an die rechte Anodenklemme eine höhere Spannung legen und so die in der zweiten Stufe zu verwendende Endröhre besser ausnutzen kann.

Will man nur mit einer Röhre verstärken, so setzt man am einfachsten bei g, h und i Telephonbuchsen ein, legt den Buchsen g und h einen Telephonkondensator parallel und ersetzt die feste Verbindung h—i durch einen Kurzschluß-

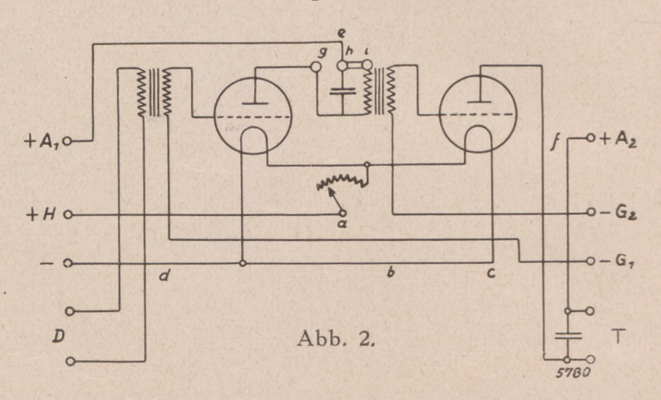


Abb. 2.

stecker, der bei einstufiger Verstärkung herausgezogen wird; der Kopfhörer kommt in g und h. Hierbei muß die zweite Röhre herausgezogen werden; die Klemmen $+A_2$, $-G_2$ und T bleiben unbenutzt.

Der Geübtere, der mit dieser Verbesserung noch nicht zufrieden ist, wird sich die Transformatoren näher ansehen. Vielfach wird es da nötig sein, sie durch zwei andere, hochwertige, mit den Röhren genau angepaßtem Übersetzungsverhältnis zu ersetzen. Wer noch einen Schritt weitergehen will und sich mit einer etwas geringeren Verstärkung begnügt, ersetzt die Transformatoren durch gänzlich verzerrungsfrei arbeitende Widerstands-Kondensator-Kopplungen (bei Detektorempfänger nur den zweiten).

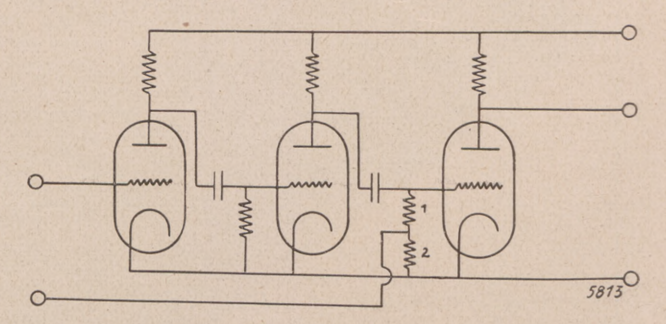
Beim Prüfen auf die Reinheit der Geräte vergesse man nicht, sich vorher mit dem Kristalldetektor von der Verzerrungsfreiheit des S e n d e r s zu überzeugen. Leider ist dies bei dem Sender Witzleben selten der Fall.

*

Ein Widerstandsverstärker mit Rückkopplung.

Nach Brit. Pat. 268 390.

Bei der in der Abbildung dargestellten Widerstandsverstärkerschaltung kann eine Rückkopplung dadurch erzielt werden, daß der Gitterwiderstand der dritten Röhre in zwei Teile 1 und 2 geteilt ist und der Verbindungspunkt zum Gitterkreis der ersten Röhre zurückgeführt ist.





Über den Widerstandsverstärker

Eine Auseinandersetzung zwischen M. v. Ardenne und F. Weichart.

Bemerkungen zu der Arbeit[1]) von F. Weichart.

Die Arbeit von F. Weichart befaßt sich zum Teil mit einem in Heft 17 des „Funk-Bastler" von mir veröffentlichten Aufsatz, zu dem ich anschließend meine Ansichten äußern möchte.

1. Es ist sicher richtig, daß für einen gegebenen Anodenwiderstand die Arbeitskennlinien um so geradliniger werden, je größer D wird[2]). Immerhin sind in dieser Hinsicht große

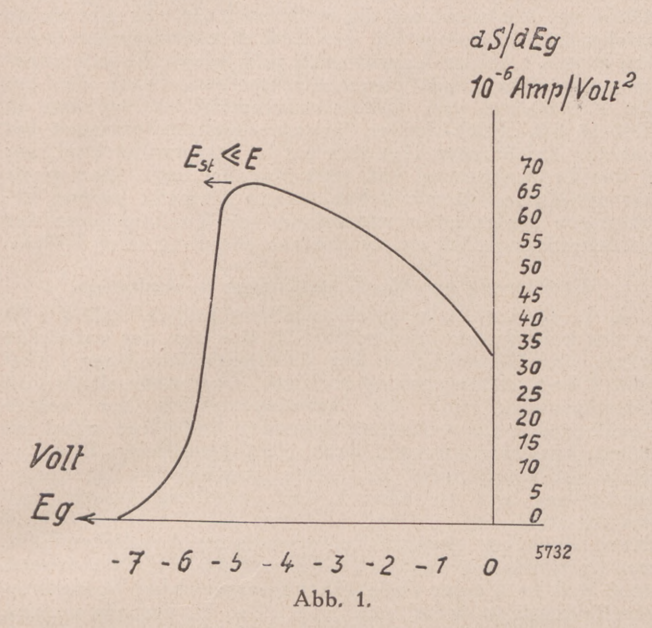


Abb. 1.

Durchgriffe nicht so vorteilhaft, wie man zunächst annehmen könnte, weil auch die erzielte Spannungsverstärkung hierbei eine Rolle spielt. Beispielsweise braucht eine Stufe, die 20fach verstärkt, wenn man annimmt, daß die Endröhre eine Scheitelspannung von höchstens 10 Volt ausnutzen kann, nur in einem Gitterspannungsbereich von $2 \times 0{,}5 = 1$ Volt linear zu sein, während bei 10facher Verstärkung die Arbeitskennlinie in einem Gitterspannungsbereich von 2 Volt hinreichend geradlinig sein muß. Wenn man nun einmal nicht den Anodenwiderstand, sondern die Röhre als gegeben betrachtet, so läßt sich leicht zeigen, daß die Arbeitskennlinie in einem um so größeren Gitterspannungsbereich hinreichend geradlinig wird, je größer der Anodenwiderstand ist. Die Krümmung der Arbeitskennlinie ist gegeben durch den Ausdruck[3])

$$\frac{\partial |\mathfrak{S}_r|}{\partial E_g} = \frac{\partial S}{\partial E_g} \cdot \frac{R_i^2}{|\mathfrak{R}_a + R_i|^2}.$$

Hierin bedeutet $\frac{\partial S}{\partial E_g}$ die Krümmung der statischen Arbeitskennlinie (Abb. 1). Wegen der geringen Spannungsverstärkung der Endröhre ist die besonders durch die Anodenrückwirkung entstehende kapazitive Belastung im Anodenkreis der vorletzten Röhre so klein, daß sie für Frequenzen bis zu 10 000 Hertz und Anodenwiderstände bis zu 4 000 000 Ohm zu vernachlässigen ist. Aus diesem Grunde kann für die vorletzte Stufe, wo die Gitterspannungs-Amplituden im Gegensatz zur ersten Verstärkungsstufe relativ groß sind, die dynamisch bei der höchsten in Frage kommenden Frequenz (F = 10 000) vorhandene Arbeitskurve gleich der statischen, d. h. durch Gleichstrommessungen zu ermittelnden Arbeitskurve, angenommen werden. Es zeigt sich nun, wie besonders auch aus der Messung Abb. 2 hervorgeht, daß die Krümmung der statischen Röhrenkennlinie für die Anodenstromwerte, die kleinen Anodenwiderständen entsprechen, größer ist als die Krümmung bei den sehr schwachen Anodenströmen, die bei den üblichen Anodenspannungen und Anodenwiderständen von $3 \cdot 10^6$ Ohm fließen. Wie aus der wiedergegebenen Formel hervorgeht, hängt die Krümmung der Arbeitskennlinie weiterhin nur noch von dem Verhältnis R_a/R_i ab. Dieses Verhältnis wird aber für eine gegebene Röhre ebenfalls um so günstiger, je größer der Anodenwiderstand gewählt wird, weil innerhalb der in Frage kommenden Grenzen der Anodenwiderstand schneller zunimmt als der wirksame innere Röhrenwiderstand. Die Kennlinie wird also für eine gegebene Röhre um so geradliniger, je größer der Anodenwiderstand wird, weil wie ausgeführt, sowohl $\frac{\partial S}{\partial E_g}$ wie der Faktor $\frac{R_i^2}{|\mathfrak{R}_a + R_i|^2}$ abnehmen. Aus diesen Zusammenhängen geht auch hervor, warum Röhren mit 3 v. H. Durchgriff, wenn sie in Verbindung mit genügend großen Anoden-

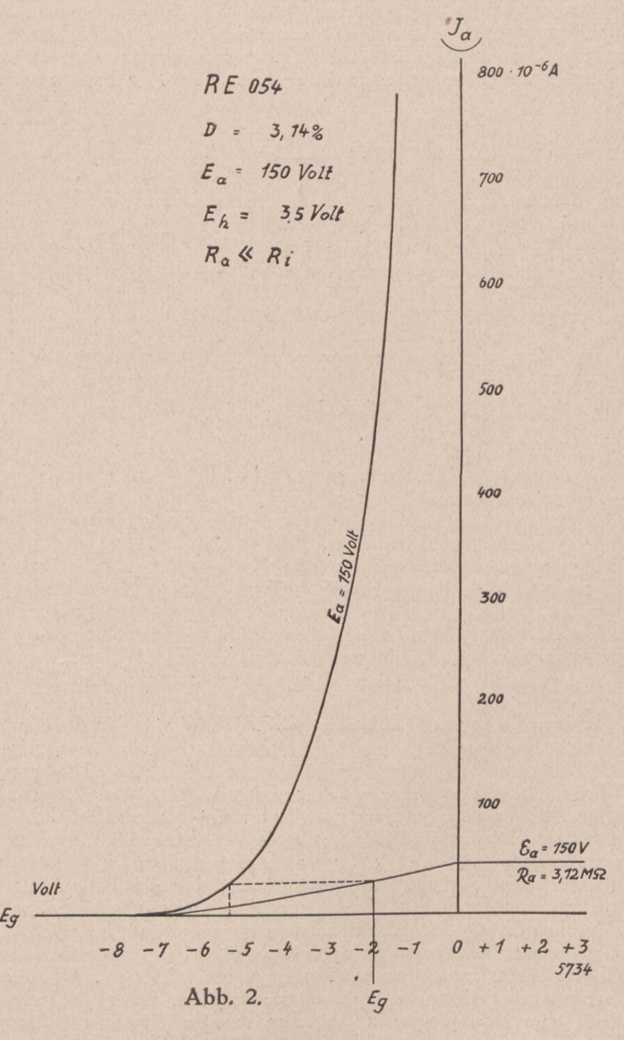


Abb. 2.

widerständen benutzt werden, eine ebenso große Anodenwechselspannung verzerrungsfrei an das Gitter der Endröhre liefern können, wie eine Röhre mit größerem Durchgriff und kleineren Anodenwiderständen.

2. Allgemein wird angenommen[4]), daß an den Grenzen des Hörbereiches die Spannungsverstärkung des Verstärkers um etwa 30 v. H. sinken darf, ohne daß physiologisch die Frequenzabhängigkeiten merklich wurden. In bezug auf die Frequenzabhängigkeit ist zunächst zwischen Zwei-

[1]) Vgl. „Funk-Bastler", Heft 27 und 28.

[2]) Ein Beispiel, was dies besonders deutlich zeigt, ist die Abb. 16 des Buches „Der Bau von Widerstandsverstärkern".

[3]) Vgl. M. v. Ardenne: „Die Gleichrichtung in Widerstandsempfängern", „Funk-Bastler" 1927, Heft 8.

[4]) Banneitz, Handbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie, S. 529.

und Dreiröhrenverstärkern grundsätzlich zu unterscheiden. Wie schon oben erwähnt wurde, ist die kapazitive Belastung im Anodenkreis der vorletzten Röhre so klein, daß bei Zweifachverstärkern, die häufiger als Dreifachverstärker in Verbindung mit einem Eingangstransformator zur reinen Niederfrequenzverstärkung benutzt werden, keine nennenswerte Frequenzabhängigkeit bis zu Frequenzen von 10 000 vorhanden ist. Neben den heutigen Sendern sind auch alle in Deutschland auf dem Markt befindlichen Lautsprecher so ungleich viel frequenzabhängiger als die vorgeschlagenen Dreifachverstärker, daß es meiner Ansicht nach sehr unwirtschaftlich wäre, auf Kosten der Verstärkungs- und Betriebsspannungen einen völlig frequenzunabhängigen Verstärker zu bauen. Daß die Amplitudenabhängigkeit bei den in Heft 17 wiedergegebenen Verstärkern nicht schlechter ist als bei Verstärkern mit kleinen Anodenwiderständen und entsprechenden inneren Röhrenwiderständen, wurde schon oben auseinandergesetzt. Die von Herrn Weichart angegebenen Abmessungen halte ich daher nur dann für empfehlenswert, wenn wirtschaftliche Gesichtspunkte nicht in Frage kommen und infolgedessen eine größere Röhrenzahl und hohe Anodenspannungen benutzt werden können (z. B. bei Vorverstärkung für Sender und zur Grammophonaufnahme). In diesem Zusammenhange sind vielleicht die Verstärkerabmessungen von Interesse, die vom Verfasser in einem ähnlichen Fall benutzt und angegeben wurden. Es handelte sich darum, einen Verstärker durchzubilden, der für Meßzwecke[5])

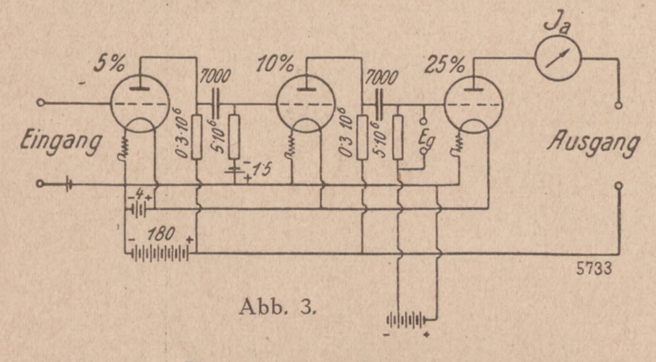


Abb. 3.

innerhalb des Hörbereiches alle Frequenzen möglichst gleichmäßig verstärken sollte. Die Abmessungen des Verstärkers, die keineswegs sehr von den von Herrn Weichart vorgeschlagenen abweichen, sind in Abb. 3 wiedergegeben. Bei diesem Verstärker ist der größere Durchgriff bei der zweiten Spannungsverstärkerröhre nicht etwa gewählt worden, um einen größeren Durchsteuerungsbereich zu haben, sondern damit die durch die Anodenrückwirkung der zweiten Stufe bedingte zusätzliche Kapazität und damit die Frequenzabhängigkeit in der ersten Stufe klein gehalten wird.

3. Verstärker mit den von F. Weichart für Rundfunkzwecke vorgeschlagenen Abmessungen oder der von mir für Meßzwecke benutzten Dimensionierung sind bei alleiniger Berücksichtigung der Verzerrungen nur zur reinen Niederfrequenzverstärkung vorteilhaft. Die meisten heute in Deutschland benutzten Widerstandsverstärker werden aber an einen Schwingkreis angeschlossen, der entweder direkt mit der Antenne oder mit einer Hochfrequenz-Verstärkerröhre gekoppelt ist. Die Gleichrichtung der Hochfrequenz geschieht dann, wie schon ausführlich auseinandergesetzt wurde, in der ersten Stufe des Verstärkers durch Anodengleichrichtung[6]). Um eine verzerrungsfreie Wiedergabe zu erzielen, ist es notwendig, daß die Hochfrequenz in der ersten Stufe vollkommen gleichgerichtet wird und nicht an die Gitter der folgenden Stufen gelangt. Um eine vollkommene Gleichrichtung in der ersten Stufe zu erhalten, muß aber der Anodenkreis für Hochfrequenz ausreichend kapazitiv belastet sein. Dies ist jedoch nur bei Verwendung von Röhren mit 3 v. H. Durchgriff und Anodenwiderständen in der Größenordnung von 10^6 Ohm der Fall. Um bei den von F. Weichart angegebenen Abmessungen diese Bedingungen zu erfüllen, wäre es notwendig, den Anodenkreis der ersten Stufe durch einen festen Kondensator zu belasten, wodurch wieder die Frequenzabhängigkeit herbeigeführt wird, die gerade bei diesen Abmessungen vermieden werden soll.

4. Zur Frage der Kopplungskapazität geht schon aus der wiedergegebenen Abb. 2 hervor, daß meine Ansicht über die bei den angegebenen Gitterableitungswiderständen zur Übertragung der tiefen Frequenzen erforderlichen Gitterkondensatoren nicht von der von F. Weichart abweicht. Im Verlauf seiner Arbeit äußert Weichart Bedenken gegen die Anwendung hoher Anoden- und Gitterableitungswiderstände mit Rücksicht auf die Isolationsfrage. Er gibt einige anschauliche Beispiele, die den Einfluß ungenügender Isolation zeigen. Meiner Ansicht nach sind jedoch die Isolationsschwierigkeiten etwas überschätzt worden. Nach den bei der Fabrikation von Widerstandsverstärkern mit den in Heft 17 des „Funk-Bastler" angegebenen Abmessungen gemachten Erfahrungen läßt sich ein Isolationswiderstand, der in der Größenordnung von 1000 Megohm liegt, ohne große Schwierigkeiten verwirklichen. Auch ist nach meinen Erfahrungen der Isolationswiderstand von Kondensatoren der Größenordnung 1000 cm mindestens ebenso groß. *v. Ardenne.*

5) M. v. Ardenne: „Zur Messung der Spannungsverstärkung bei Niederfrequenzverstärkern", Elektrotechnik und Maschinenbau, 1927, Heft 10.

6) M. v. Ardenne: „Über Anodengleichrichtung", Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie, Band 29, Heft 3. „Die Gleichrichtung in Widerstandsempfängern", „Funk-Bastler", 1927, Heft 8.

Erwiderung auf die Bemerkungen v. Ardennes.

Zu 1. Dieser Hinweis ist selbstverständlich richtig. Es ist nur kein großer Unterschied, ob man von der vorletzten Röhre eine Geradlinigkeit der Arbeitskennlinie über 1 Volt oder 2 Volt Gitterspannung verlangt. Über mehr als 20 Volt Gitterspannung sind die Arbeitskennlinien der unsern Funkfreunden zur Verfügung stehenden Endröhren selbst bei hohen Anodenspannungen doch nicht geradlinig. Die vorletzte Röhre braucht bei einer zehnfachen Spannungsverstärkung also nur über 2 Volt geradlinig zu sein, und das ist nicht viel verlangt. Röhren mit 7 v. H. Durchgriff haben eine über etwa 10 Volt geradlinige Arbeitskennlinie; man kann also die Endröhre schon um 400 v. H. übersteuern, ohne daß in diesem Falle die vorhergehenden Spannungsverstärkerstufen übersteuert sind. Das ist deshalb wichtig, weil eine Übersteuerung dann noch nicht allzu schlimm wirkt, wenn sie nur an einer Stelle eintritt, jedoch unerträglich wird, wenn mehrere Stufen gleichzeitig übersteuert werden.

Zu 2. Hier gilt dasselbe, was eben gesagt wurde. Die Darbietungen eines schlechten Lautsprechers, der an einem guten Verstärker hängt, sind noch genießbar; sie werden aber unerträglich, wenn auch der Verstärker schon merklich verzerrt.

Auf die Wirtschaftlichkeit der Verstärker habe ich in der Tat keine Rücksicht genommen. Ich möchte aber bemerken, daß der Unterschied, ob z. B. ein Dreiröhrenverstärker mit 10^6 Ohm-Anodenwiderständen oder ein Vierröhrenverstärker mit 10^5 Ohm-Widerständen, nur sehr gering ist. Die Heizstromstärke würde beispielsweise betragen im ersten Fall: $2 \times 0{,}05$ Amp $+ 0{,}5$ Amp $= 0{,}60$ Amp; im zweiten Fall: $3 \times 0{,}08$ Amp $+ 0{,}5$ Amp $= 0{,}74$ Amp. Ebenso der Anodenstrom im ersten Fall: $2 \times 50 \cdot 10^3$ mA $+ 15$ mA $= 15{,}1$ mA; im zweiten Fall: $3 \times 0{,}5$ mA $+ 15$ mA $= 16{,}5$ mA.

Zu 3. Meine Ausführungen beziehen sich selbstverständlich nur auf reine Niederfrequenzverstärker, die hinter einen Gleichrichter (Detektor oder Audion) geschaltet werden. Solche Anordnungen, die gleich hinter einen hochfrequenten Schwingungskreis geschaltet werden, sind eben keine reinen Verstärker mehr, sondern gleichrichtende Verstärker. Auf solche bezieht sich der damalige Aufsatz des Herrn v. Ardenne, während ich in meiner Arbeit nur von reinen Verstärkern spreche. Infolgedessen kommt für mich eine kapazitive Belastung einer Röhre auch nicht in Frage, da ich ja gerade eine Gleichrichtung unter allen Umständen vermieden wissen will. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes scheinen mir grundsätzliche Unterschiede in der Auffassung zwischen uns nicht mehr zu bestehen.

Zu 4. Bezüglich der Isolation vermag ich nicht so optimistisch zu sein wie v. Ardenne. Ich möchte vielmehr sehr bezweifeln, daß die Schaltanordnungen der Funkbastler im allgemeinen einen Isolationswert von mindestens 10^9 Ohm haben. Bei fabrikmäßiger Herstellung läßt sich ein solcher Wert natürlich ohne weiteres erreichen. *F. Weichart.*

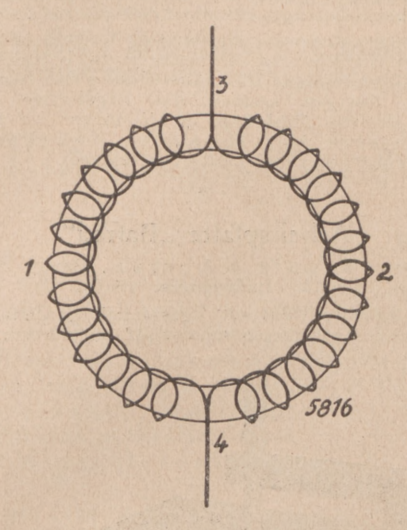
AUSLÄNDISCHE ZEITSCHRIFTEN- UND PATENTSCHAU

Bearbeitet von **Regierungsrat Dr. C. Lübben.**

Eine Ringspule.

Nach Brit. Pat. 267 474.

Die in der Abbildung wiedergegebene Ringspule besteht aus zwei Wicklungshälften 1 und 2, die entgegengesetzt ge-



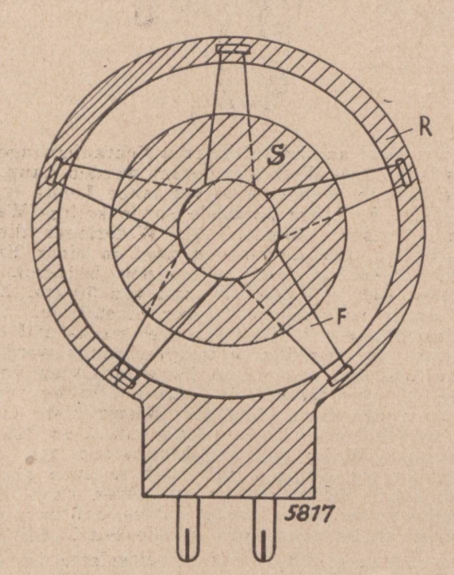
wickelt sind und gemeinsame Zuleitungen 3, 4 besitzen. Die Spule soll bei schwachem äußeren Feld geringe Eigenkapazität besitzen.

*

Die Befestigung körperloser Spulen.

Nach Brit. Pat. 267 118.

Zur Befestigung und zum Halten körperloser Spulen können Isolierringe R (vgl. Abbildung) verwendet werden,



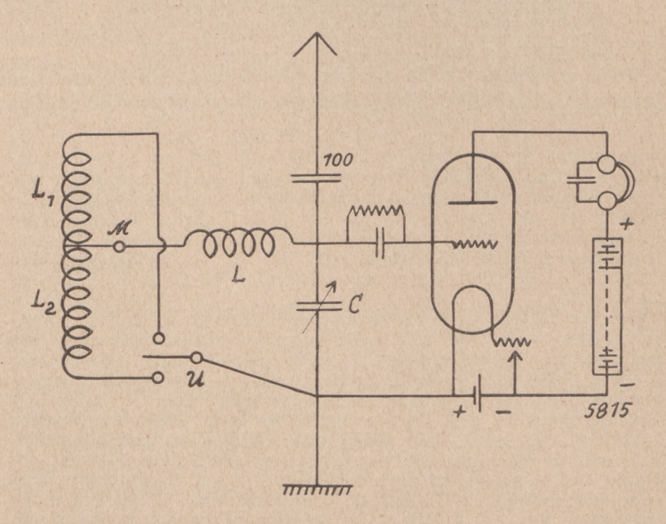
deren innerer Ausschnitt größer ist als der äußere Durchmesser der Spule S. Diese wird an dem Ring mit Fäden F oder in anderer geeigneter Weise befestigt.

*

Die Bestimmung der elektrischen Mitte einer Spule.

Nach Amateur Wireless **10.** 750. 1927/Nr. 258 — 21. Mai.

Es ist häufig notwendig, die elektrische Mitte einer Spule zu bestimmen, z. B. für Neutrodyneschaltungen. Mit Hilfe der in der Abbildung dargestellten Schaltung kann dies leicht in sehr genauer Weise erfolgen. Mit Hilfe des Umschalters U können zwei Schwingungskreise L, L_1 C und L, L_2 C gebildet werden, die genau gleich sein müssen, wenn M die wirkliche Mitte der Spule ist. Durch die Einstellung des Kondensators C kann man auch die Gleichheit feststellen bzw. die Abweichung, nach der die Mitte korri-



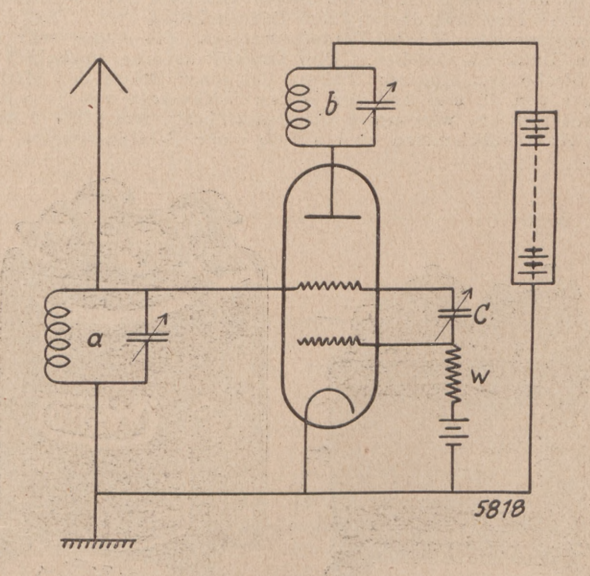
giert werden kann. Die Spule L soll etwa halb so groß wie die ganze Spule L_1 L_2 sein.

*

Neutralisierung der inneren Rückkopplung bei Doppelgitterröhren.

Nach Brit. Pat. 266 325.

Die innere kapazitive Rückkopplung bei Doppelgitterröhren soll dadurch beseitigt werden können, daß Impedanzen im Anoden- und Gitterkreis eingeschaltet werden.



In der in der Abbildung wiedergegebenen Schaltung wird zu diesem Zweck im Anodenkreis der Schwingungskreis b im Kreis des ersten Gitters der Widerstand W eingeschaltet, während zwischen beiden Gittern eine veränderliche Kapazität C liegt.

Anfragen zur Zeitschriftenschau

sind zu richten an Reg.-Rat Dr. C. Lübben, Berlin-Dahlem, Heiligendammer Str. 23. Allen Anfragen ist ein ausreichend freigemachter und beschrifteter Umschlag für die Antwort beizufügen, da sonst eine Auskunft nicht erteilt werden kann.

KRITISCHES LABORATORIUM

Besprechungen von Einzelteilen erfolgen kostenlos und ohne jede Verbindlichkeit für den Einsender; jedem Hersteller steht es frei, zwei Stück seiner Erzeugnisse zur Prüfung einzusenden, die in jedem Falle Eigentum der Schriftleitung bleiben, auch wenn eine Besprechung auf Wunsch des Einsenders unterbleibt. Den Prüfungsstücken ist möglichst ein Druckstock oder eine klischierfähige Abbildung sowie die Angabe des Ladenpreises beizufügen. Eine Gewähr, daß eine Besprechung in bestimmter Länge oder in einem bestimmten Heft erscheint, wird in keinem Falle übernommen.

Die „Bergon"-Ringspule.

Hersteller: G. Berger, Liegnitz, Karlstraße 4. Ladenpreis 4,40 M. ohne, 5,35 M. mit Sockel.

Die genannte Firma sendet uns eine recht originelle, körperlos gewickelte Ringspule. Der äußere Windungsdurchmesser beträgt 90 mm, der innere 30 mm; der Windungsquerschnitt ist rechteckig (30 × 35 mm). Der Gleichstromwiderstand dieser Spule beträgt bei 175 000 cm Selbstinduktion 1,7 Ohm. Bei 0,3 Ohm befindet sich eine Anzapfung; auf diese Weise entstehen zwei Spulenteile, von denen der eine 11 500 cm, der andere 115 000 cm Selbstinduktion hat. Eine zweite Spule hatte folgende Werte: Drahtdurchmesser 0,6 mm, erste Spulenhälfte 0,3 Ohm L = 12 500 cm, zweite Spulenhälfte 1,25 Ohm L = 120 000 cm, ganze Spule 1,55 Ohm L = 180 000 Zentimeter.

Im Verhältnis zu dem Ohmschen Widerstand ist die Selbstinduktion wie bei allen Ringspulen etwas geringer als bei anderen guten Spulen. Diesem Nachteil steht der Vorteil gegenüber, daß die Spule durch ein homogenes, magnetisches Wechselfeld nicht beeinflußt wird. Sie ist daher für Sperrkreise und als Abstimmspule in Mehrröhrenempfängern besonders geeignet. Die Wicklungsart des vorliegenden Modelles muß als sinnreich bezeichnet werden, denn obwohl die Spule vollkommen körperlos hergestellt ist, besitzt sie doch eine ausgezeichnete Stabilität. Die Drahtstärke beträgt dabei nur 0,55 mm. Die Wicklung könnte vielleicht noch in der Weise verbessert werden, daß die Winkel, unter denen der Draht abgeknickt ist, weniger scharf gewählt werden; dadurch würde sich bei gleicher Selbstinduktion eine geringere Windungszahl, geringere Drahtlänge und ein geringerer Gleichstromwiderstand ergeben.

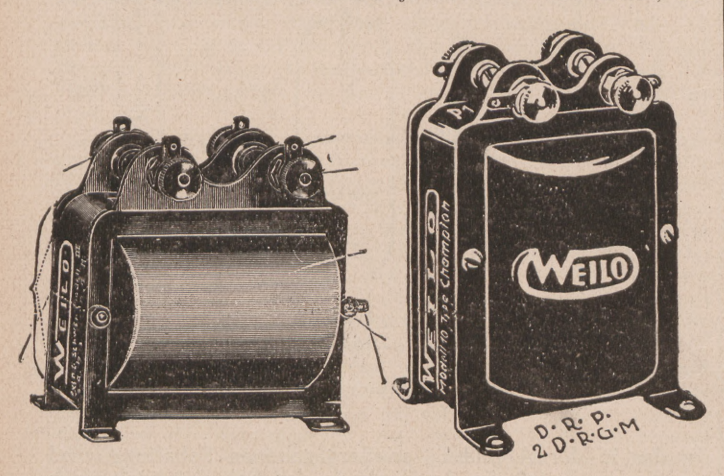
Wir können jedoch auch jetzt schon die Benutzung dieser Spule in den angegebenen Fällen empfehlen.

*

„Weilo"-Niederfrequenz-Transformatoren.

Hersteller: J. Feldmann. Ladenpreis 9,50 M.

Von der genannten Firma liegen uns zwei „Weilo"-Niederfrequenz-Transformatoren zur Begutachtung vor. Es sind eisengekapselte Mantel-Transformatoren, die einen sehr soliden Eindruck machen. Die Transformatoren enthalten je 32 Bleche von 0,5 mm Dicke. Bei einer Breite des Mittelsteges von 13 mm und der beiden Seitenstege von je 8 mm ergibt sich ein wirksamer Eisenquerschnitt von etwa 2 qcm. Die Anschlußklemmen sind auf je einer Pertinaxscheibe, die



unter den Druckstücken (Kapseln) fest eingeklemmt ist, übersichtlich und leicht zugänglich angebracht. Die Primär- und die Sekundärspule liegen nebeneinander. Zur Erdung des Eisenkerns und des Gehäuses ist übrigens eine besondere Anschlußschraube mit Lötöse vorgesehen.

Der erste Typ trägt die Bezeichnung 5/20, was bedeuten soll: Primär 5000, Sekundär 20 000 Windungen; wir maßen einen Gleichstromwiderstand von primär 940 Ω, sekundär 6150 Ω. Für den zweiten Typ — 7/15 — gilt sinngemäß primär 7000, sekundär 15 000 Umwindungen. Der Gleichstromwiderstand beträgt primär 1330 Ω, sekundär 3500 Ω.

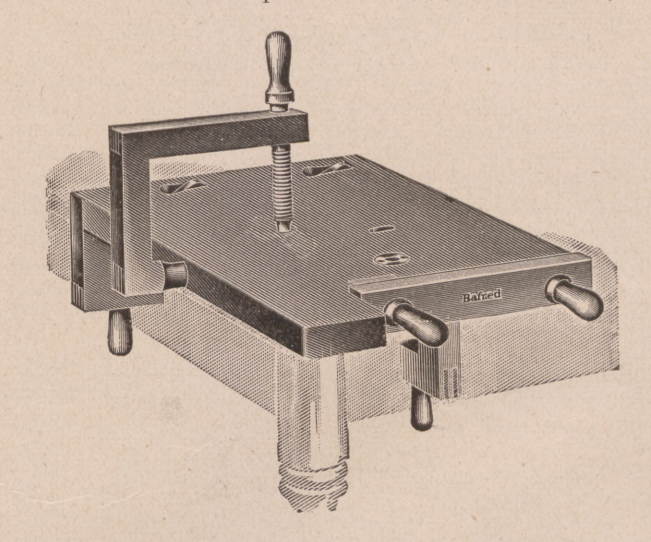
Die Transformatoren erwiesen sich sowohl als Eingangs- als auch als Zwischentransformatoren in Niederfrequenzverstärkern als brauchbar. Die Ausführung ist bemerkenswert sauber. Im übrigen können die Ergebnisse der Untersuchungen, die von Dipl.-Ing. K. Niemeyer im Institut für Hochfrequenzphysik der Technischen Hochschule zu Hannover ausgeführt wurden, bestätigt werden.

*

Arbeitsplatte „Bafred".

Hersteller: Hennig & Lorenz, Berlin SO 36, Kottbusser Ufer 33. Ladenpreis: 15 M.

Die Arbeitsplatte „Bafred" (gesetzlich geschützt) ist eine 35 mm starke Hartholzplatte von 42,5 × 32,5 cm Größe, die



mit Hilfe von zwei an ihr befestigten Schraubzwingen an der Ecke eines beliebigen Tisches befestigt werden kann. An der einen Seite befindet sich eine 25 cm lange Leiste (vgl. Abb.), mit deren Hilfe beliebige parallele sowie keilige Werkstücke eingespannt werden können. Als Widerlager dienen verschiedene Nocken, von denen sich zwei in einer Entfernung von 38 cm versenkbar fest angeordnet befinden. Weitere Nocken lassen sich in einem Abstand von 30 cm, 22 cm und 16 cm in dafür vorgesehene Löcher einstecken. Außerdem können Werkstücke mit Hilfe einer einsteck- und drehbaren Schraubzwinge auf der Platte festgeschraubt werden. Zum Bohren von Löchern, sowie zum Herausschlagen von Stiften und Nieten ist eine metallisch gefaßte Öffnung von 16 mm Durchmesser vorgesehen. Mit der Klemmleiste lassen sich außerdem zwei hölzerne Backen einspannen, so daß man auf diese Art und Weise einen Schraubstock mit hölzernen Backen von 14 cm Breite erhält und so auch Sägearbeiten aller Arten sowie Feilenarbeiten ausführen kann. Ein Vorsprung an der linken Seite ermöglicht es, daß man runde und eckige Arbeitsstücke über Ende gerade bearbeiten kann.

Das Anwendungsgebiet dieser Arbeitsplatte ist sehr vielseitig. In erster Linie kann sie zum Einspannen von Brettern benutzt werden, die gehobelt oder gesägt werden sollen. Mit Hilfe der Schraubleiste kann man Werkstücke zum Bohren und zum Feilen einspannen. Zweifellos wird diese Arbeitsplatte viele Freunde finden, und zwar nicht nur unter den Funk-Bastlern selbst, sondern vor allem bei den Hausfrauen, die dadurch der Sorge enthoben werden, daß ihr Mann Löcher in den Eßtisch bohrt oder Schlitze hineinsägt. Und das um so mehr, als die Hausfrau auch selbst die Arbeitsplatte zur Befestigung von Wirtschaftsmaschinen benutzen kann. Wir können den „Bafred" unsern Lesern nur empfehlen.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68. Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 4. Fernruf: Hasenheide 2495. Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78, Sonderkonto „Funk".